

 **GEBERIT**

מתקנים שקט.

הפחתת רעש במערכות סניטריות.



**KNOW
HOW
INSTALLED**



בכל רגע ביום אנו מוקפים בצלילים. אם אנו מחשיבים אותם כרעש - הדבר אינו תלוי רק בעוצמתם הניתנת למדידה אובייקטיבית. רעש מי שפכים המתנקזים מדירת שכן בלילה כאשר הסביבה שקטה עלול להשפיע באופן ניכר על איכות החיים שלנו. בעזרת תכנון טוב ושימוש במערכות התקנה המשפרות את בידוד הרעשים, מתכננים ומתקינים מומחים יכולים להבטיח שמערכות אספקת מי השתייה ומערכות פינוי השפכים יפעלו בצורה שקטה מאוד בלי לגרום לרעשים טורדניים.

תוכן העניינים

6	מידע בסיסי	1
6	מחקרים ב-Geberit	1.1
7	עקרונות האקוסטיקה	1.2
11	צליל בבניינים	1.3
15	אמצעי בידוד רעשים בטכנולוגיה סניטרית	1.4
19	בסיס משפטי	2
19	תקן בדיקה DIN EN 14366	2.1
21	התקנה בהתאם לתקן הישראלי SI 1004	2.2
22	מידות ופתרונות בידוד רעשים	3
23	פתרונות בידוד רעשים בעזרת טכנולוגיית המערכת של Geberit	3.1
26	Geberit Silent-db20 - מערכת הניקוז בעלת ספיגת רעשים	3.2
30	בידוד רעשים עם משטח בידוד רעשים Isol Flex של Geberit	3.3
32	מדידת רעש בעזרת מתקני בדיקה של Geberit	4
32	סביבת בדיקה	4.1
32	תוצאות מדידה	4.2
33	אישור בידוד רעשים עם Geberit HDPE	4.3
34	אישור בידוד רעשים עם Geberit Silent-db20 ו-Geberit HDPE	4.4
37	אישור בידוד רעשים עם Geberit Silent-db20	4.5
42	השפעת מסת קיר ההתקנה על רמת לחץ רעשי ההתקנה	4.6

1 מידע בסיסי

1.1 מחקרים ב-Geberit



Geberit היא חברה חדשנית המתבוננת לעבר העתיד ומתמחה בטכנולוגיה סניטרית. כזאת, היא אינה מעוניינת רק בהתמודדות עם אתגרים, אלא גם בחיפוש אקטיבי אחריהם. אקוסטיקה וסטטיקה הם רק שניים מתוך עשרה תחומי טכנולוגיה שחברת Geberit חוקרת כיום. יחד הם מסייעים בקביעת מגמות חדשות בפיתוחים האחרונים ובשיפור המוצרים. מעבדת הטכנולוגיה והאקוסטיקה של החברה היא המתקן היחיד מסוגו באירופה. היא מצוידת במתקני בדיקה מחמירים הפרוסים במבנה של 5 קומות הנפרש על פני 1,750 מ"ר ושם ציוד בדיקה ומדידה המספק כל צורך. מעבדה זו משמשת לבדיקת המאפיינים האקוסטיים והסטטיים של רכיבים בודדים ומערכות התקנה שלמות. המהנדסים והמומחים המוסמכים מביאים את הידע הטכני והניסיון שלהם כדי להוביל את המחקר בתחום והם משתמשים בהם כדי לשפר את מוצרי Geberit.



ניתן להשתמש במעבדה המיוחדת בין השאר כדי לדמות העברת רעש בבניין מגורים רב-קומות. בצורה זו ניתן לבדוק ולשפר את מאפייני הרעש בתנאי אמת.

מגוון רחב של מתקני בדיקה, כלים וציוד פותחו בחברה לצורך ביצוע בדיקות סטטיות מבניות המשמשות לבדיקת יכולת נשיאת העומסים ועיוות מוצרי Geberit.



1.2 עקרונות האקוסטיקה

באופן כללי, בני אדם יכולים לזהות גלי קול בגבולות שלהלן (מתייחס לספי השמיעה):

- לחץ צליל: 20 Pa–20 μPa
- תדר: 16 Hz–16 kHz

1.2.1 רמות לחץ צליל

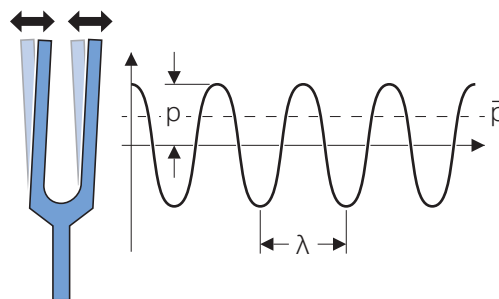
לוגריתמים משמשים לתיאור טווח דינמי גדול, כגון זה של לחץ צליל. לפיכך רמת לחץ הצליל (L_p) בדרך כלל נמדדת ומוגדרת כך:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{\bar{p}}{p_0} [\text{dB}]$$

p_0 לחץ צליל של סף השמיעה הנמוך יותר (0 dB)
 p לחץ צליל ממוצע

סף השמיעה הנמוך יותר (p_0) ברמת לחץ צליל של 0 dB הוא 20 μPa. סף הכאב שווה לרמת לחץ צליל של 120 dB.

הקול נע דרך האוויר בגלים. כאשר גל קול מגיע לאוזן שלנו, אנו מזהים את תדר גל הקול, את הצליל והלחץ המסוימים של גל הקול בעוצמה מסוימת. ככל שהתדר גבוה יותר כך גובה הצליל יהיה גבוה יותר, וככל שלחץ הצליל גבוה יותר כך הצליל יהיה חזק יותר.



איור 1: קולן עם גל קול

p לחץ צליל
 $\bar{p}$ לחץ צליל ממוצע
 λ אורך גל

התרשים מראה את תנודות לחץ הצליל סביב קו האפס. קו זה הוא הלחץ האטמוספרי הסטטי והוא יכול להיות גבוה יותר או נמוך יותר בהתאם למצב מזג האוויר. לחץ הצליל הממוצע הוא התנודות הנעות לאורך זמן סביב לחץ אטמוספרי זה, או במילים מדויקות יותר, סטייה מרובעת ממוצעת לאורך זמן. הממוצע מחושב לאורך פרק זמן קצר (125 מילי-שניות) המכונה "שקלול זמן מהיר" או לאורך פרק זמן ממושך המכונה "שקלול זמן איטי". "שקלול זמן מהיר" הוא נפוץ יותר.

מספר התנודות ליחידת זמן שווה לתדירות (f), המחושבת בעזרת הנוסחה שלהלן:

$$f = \frac{c}{\lambda} [\text{Hz}]$$

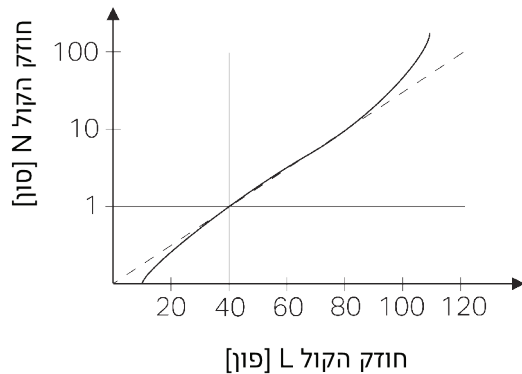
c מהירות הקול
 λ אורך גל

השמיעה שלנו יכולה לעבד טווח דינמי עצום של לחצי רעש, והיא מאפשרת לנו מצד אחד להבחין ברעשים חלשים להפליא כגון זמזום חרק, ומצד שני לזהות התנעה של מנוע סילון. סף השמיעה שלנו לרעשים חלשים הוא 20 μPa וסף הכאב שלנו ברעשים חזקים הוא כ-20 Pa. נתון זה שווה ערך לטווח דינמי של 10 בחזקת 6! לעומת זאת, היכולת שלנו לשמוע תדרים מוגבלת לטווח שבין 20 הרץ ועד 16 קילו-הרץ - רק 10 בחזקת 3.

צליל של 60 הרץ לדוגמה, דורש רמת לחץ צליל של 60 dB כדי שהוא ייחשב זהה בעוצמתו לצליל בתדר של 1,000 הרץ וברמת לחץ צליל של 40 dB. מכל מקום, התברר שחוזק הקול L_N (ב-פון) אינו משקף בצורה נכונה את העוצמה הסובייקטיבית המורגשת. הכפלת התחושה המורגשת אינה זהה להכפלת חוזק הקול. לפיכך, חוזק הקול N (ביחידות סון) בשימוש כיום. הוא מקשר את חוזק הקול כדלקמן:

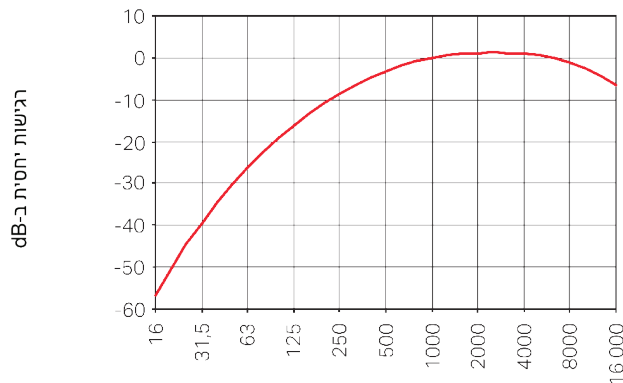
$$N = 2^{0.1(L_N - 40)}$$

בהגדרה, 1 סון שווה לחוזק קול של 40 פון.



איור 4: הקשר בין סון ופון

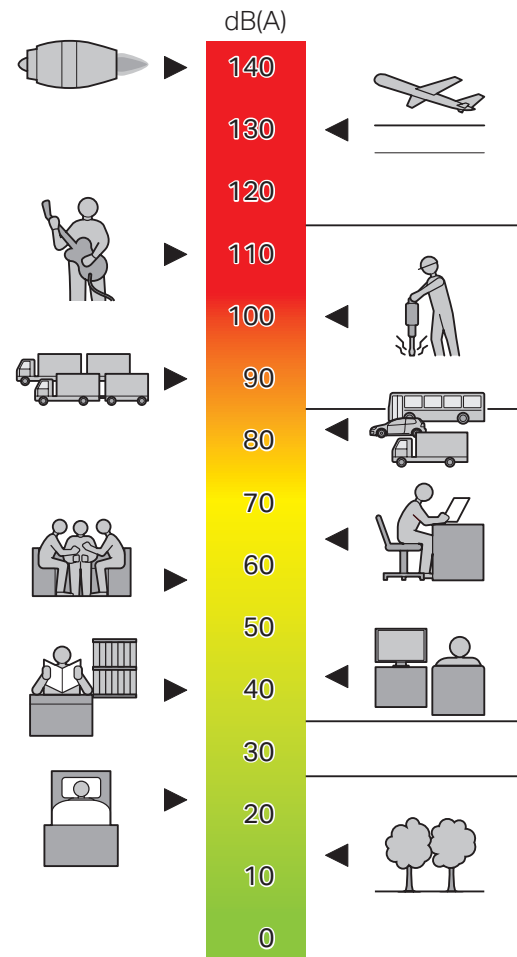
ניתן לדמות בקירוב את תלות התדירות של השמיעה האנושית בעזרת מסנני שקלול. בעזרת מכשירי מדידה, פעולה זו לוקחת בדרך כלל מסנן משוקלל A, המפחית את רגישות המכשיר במיוחד בצלילים נמוכים. הערכים המדוברים הם ביחידות dB(A).



תדירות בהרץ

איור 5: רמת לחץ צליל משוקלל

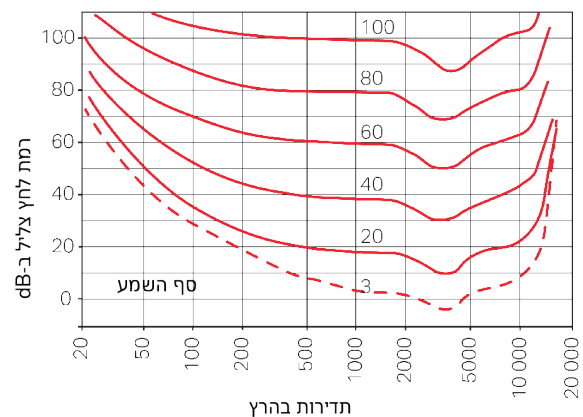
תוך התחשבות במסנן השקלול A, רמת לחץ הצליל שנמדדה בשיעור של 70 dB מופחתת ב-19 dB בתדירות של 100 הרץ. בהתאמה, 70 dB שווים ערך ל-51 dB(A) ב-100 הרץ.



איור 2: רמות לחץ צליל של מקורות צליל שונים

1.2.2 תחושת חוזק הקול

התלות ההדדית שבין תחושת חוזק הקול שלנו ורמת עוצמת הצליל תלויה במידה רבה בתדירות. השמיעה שלנו רגישה ביותר בתחום התדרים 1 עד 5 קילו-הרץ. בהגדרה, בצליל של 1,000 הרץ, יש חפיפה בין רמת עוצמת הצליל (ב-dB) וחוזק הקול (ב-פון).



איור 3: עקומות המייצגות את אותו חוזק קול

1.2.4 כמה מקורות צליל

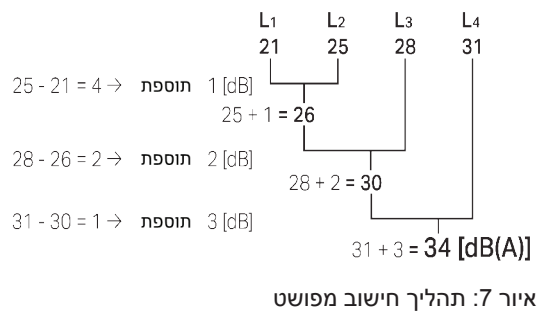
אם כמה מקורות צליל פועלים בו-זמנית, עוצמות הצליל המתאימות של רמות לחץ הצליל השונים מסתכמות. העוצמה הכוללת מומרת שוב אל רמת לחץ צליל הרמה הכוללת. התוספת מבוססת האנרגיה המתבצעת בצורה זו מתוארת בדוגמה שלהלן:

$L_1 = 21 \text{ dB(A)}$	רמת שקט בלילה
$L_2 = 25 \text{ dB(A)}$	צינור מי גשם
$L_3 = 28 \text{ dB(A)}$	צינור ניקוז
$L_4 = 31 \text{ dB(A)}$	רעש תנועה חיצוני

תוספת $D \text{ [dB]}$ נוספת לרמה הגבוהה מבין השתיים L_1 ו- L_2 התלויה בהפרש שבין שתי הרמות כדלקמן:

ההפרש $L_1 - L_2 \text{ [dB]}$	תוספת $D \text{ [dB]}$
0-1	3
2-3	2
4-9	1
≥ 10	0

דוגמה:

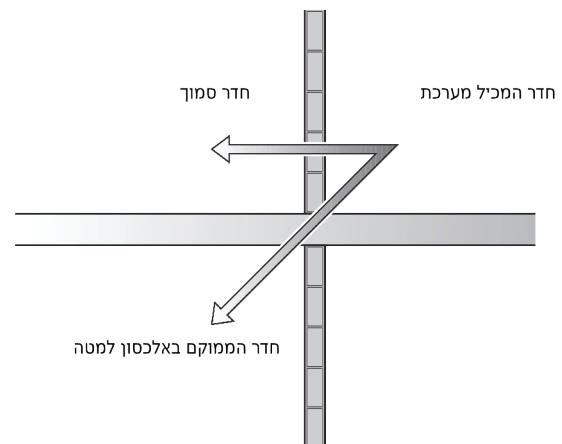


1.2.3 רמת לחץ צליל בהתאם DIN 4109-ל

התקן הגרמני DIN 4109 משנת 1989 עודכן באופן נרחב ופורסם ביולי 2016. רמות הדרישה נותרו ללא שינוי. מכל מקום, אחד ההיבטים שהתווספו הוא קטלוג רחב במיוחד של רכיבים המספקים מידע ספציפי לתכנון ולביצוע של מצבים מבניים. בהקשר הזה, התקן DIN 4109 החדש הוא כלי תכנון בעל ערך רב.

רמות הדרישה גרמו למחלוקות גם לפני שהן יושמו. בגרמניה התקבלה החלטה שהתקן DIN 4109 ישמש רק להגן על אוכלוסיה מפני "מטרדים לא הגיוניים" (ציטוט) ולכן התקן מיועד להציג רק את הכמות המינימלית של בידוד צליל הנדרש בבניינים. בידוד צליל מוגבר הקיים בדרך כלל בבניינים מודרניים יכול להיות מכוסה על ידי תקנים אחרים כגון VDI 4100 או המלצה DEGA 103.

רמת לחץ צליל המערכת היא בדרך כלל רלוונטית במקום הנמצא באלכסון למקור. הוא קשור לכללי תכנון למיקום חדרי רחצה, אשר בהתאם לתקן אינם מסמלים "מקום הדורש הגנה". כתוצאה מכך, חדרי רחצה מתוכננים בדרך כלל אופקית או גם אנכית, אבל ככלל לעולם לא במיקום אלכסוני. לפיכך חדרים אלכסוניים אלה הם חדרים שפוטנציאלית דורשים בידוד צליל. DIN 4109 כולל היבט ייחודי בכל הקשור להערכת רמת לחץ צליל המערכת במתקנים.



איור 6: רמות לחץ צליל מערכת בחדרים שונים

0 dB + 0 dB = 3 dB 1.2.5

רמת לחץ הצליל הכללית של שני מקורות צליל של 0 dB כל אחד מחושבת כדלקמן:

$$\begin{aligned} L &= 10 \cdot \log(10^0 + 10^0) = \\ &10 \cdot \log(1 + 1) = \\ &3,01029995736... \sim 3 \end{aligned}$$

רמת עוצמת לחץ של 0 dB אינה מציינת שאין לחץ צליל. בהגדרה, 0 dB שווה ל-20 μPa .

רמת שקט 1.2.6

ככלל, רעש נתפס כהפרעה כאשר עוצמתו היא לפחות 10 dB מעל רמת השקט. הדבר מתייחס גם למדידות אקוסטיות. חובה לתקן את הערכים שנמדדו אם רמת הרעש המינימלית אינה נמוכה ב-10 dB מהצליל הנמדד.

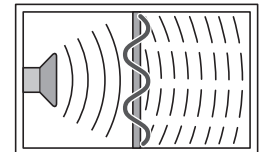
בצלילים שקטים יותר, צליל חזק יותר של 3-5 dB נתפס ככפול.



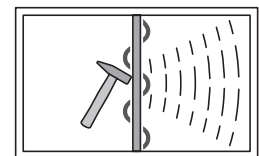
1.3 צליל בבניינים

1.3.1 צליל נישא וצליל במבנה

צליל עובר דרך האוויר ודרך רעידות בקירות ובתקרה. במקרה האחרון, אנו מתייחסים לצליל העובר דרך המבנה.

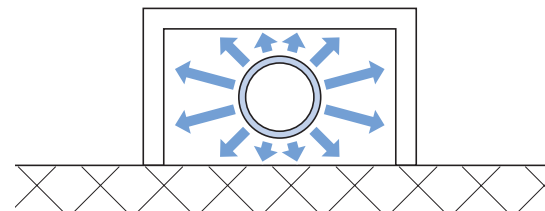


איור 8: התפשטות צליל נישא



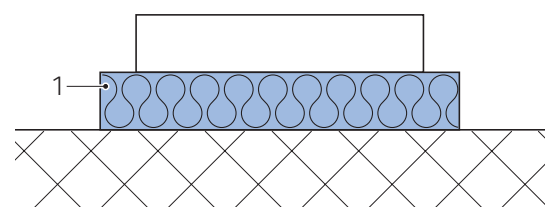
איור 9: התפשטות הצליל במבנה

ניתן לצמצם את התפשטות הצליל הנישא על ידי אנקפסולציה. במקרה זה, הרכיבים סגורים בתוך חומרים לבידוד רעשים.



איור 10: בידוד צליל נישא

כאמצעי אפשרי למניעת התפשטות הצליל במבנה, ניתן להפריד בין הרכיבים השונים. ניתן להשתמש בחיבורים אלסטיים או שכבות בידוד למטרות בידוד רעשים.

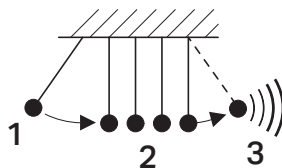


איור 11: שרול בידוד לרעשים העוברים בבטון

1 שכבת בידוד אלסטית

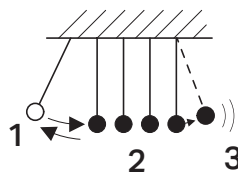
שרול בידוד לרעשים העוברים בבטון חייב לכסות את כל האזור, כי אפילו גשר רעש בודד עלול לפגוע ביכולת הבידוד כולה.

אפשרות נוספת היא להשתמש באמצעי המכונה הפרשי עכבה (impedance differences). אם יש הבדל ניכר במסה שבין שני רכיבי מבנה סמוכים, הרעש משתקף חלקית על קו ההפרדה שבין שני הרכיבים. העברת הרעש הלאה נעצרת. תופעה זו מתרחשת במיוחד בחיבור מערכות קירות קדמיים קלי משקל הנמצאים לפני קירות קשיחים. ההפרש שבין המסות (הפרש עכבה) מפחית את העברת הרעש הלאה. עריסתו של ניוטון המתוארת בתרשים מדגימה בצורה מושלמת היבט זה. עם אותו גירוי לקיר הקדמי, מתקיימת העברת רעשים מקסימלית במקרה הראשון, מאחר שההעברה היא מינימלית במקרה השני. ממצא זה משולב בתקן החדש DIN 4109 על ידי הדגשה מפורשת של התועלות בשימוש במבנים קלי משקל.



איור 12: תרשים בידוד הרעש עם קיר קדמי קשיח בעזרת עריסתו של ניוטון

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | קיר קדמי קשיח |
| 2 | קיר אחורי קשיח |
| 3 | העברת רעש מקסימלית (גבוהה) |



איור 13: תרשים בידוד הרעש עם קיר קדמי קל משקל בעזרת עריסתו של ניוטון

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | קיר קדמי קל משקל |
| 2 | קיר אחורי קשיח |
| 3 | העברת רעש מקסימלית (נמוכה) |

1.3.2 רעשים הקשורים למתקנים סניטריים

רעשים נוצרים בנקודות שונות במתקנים סניטריים. כדי לבצע הערכה ולתכנן את אמצעי בידוד הרעשים בהתאם, יש להבחין בין הסוגים השונים של הרעשים המעורבים.

רעשי כלים

בעת הערכת רעשים, יש להבחין בין רעשי פעולה ושימוש.

רעשי פעולה כוללים:

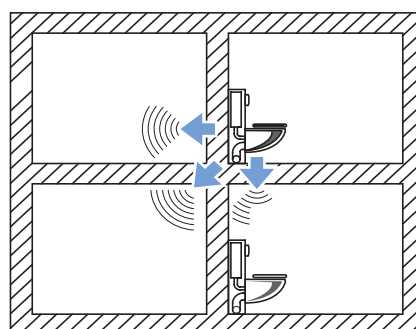
- הנחת חפצים על כיורים
- הורדת מכסה האסלה

להבדיל מרעשים אלה, קיימים רעשי שימוש; העוצמה והתזמון שלהם לרוב אינם תלויים בסוג השימוש.

רעשי שימוש כוללים:

- רעשי הפעלת ברז
- הדחת אסלה

מטרת בידוד רעשי מבנה היא להגן על חדרים סמוכים ככל הניתן מרעשים אלה.



איור 14: נתיבי העברה של רעשים סניטריים

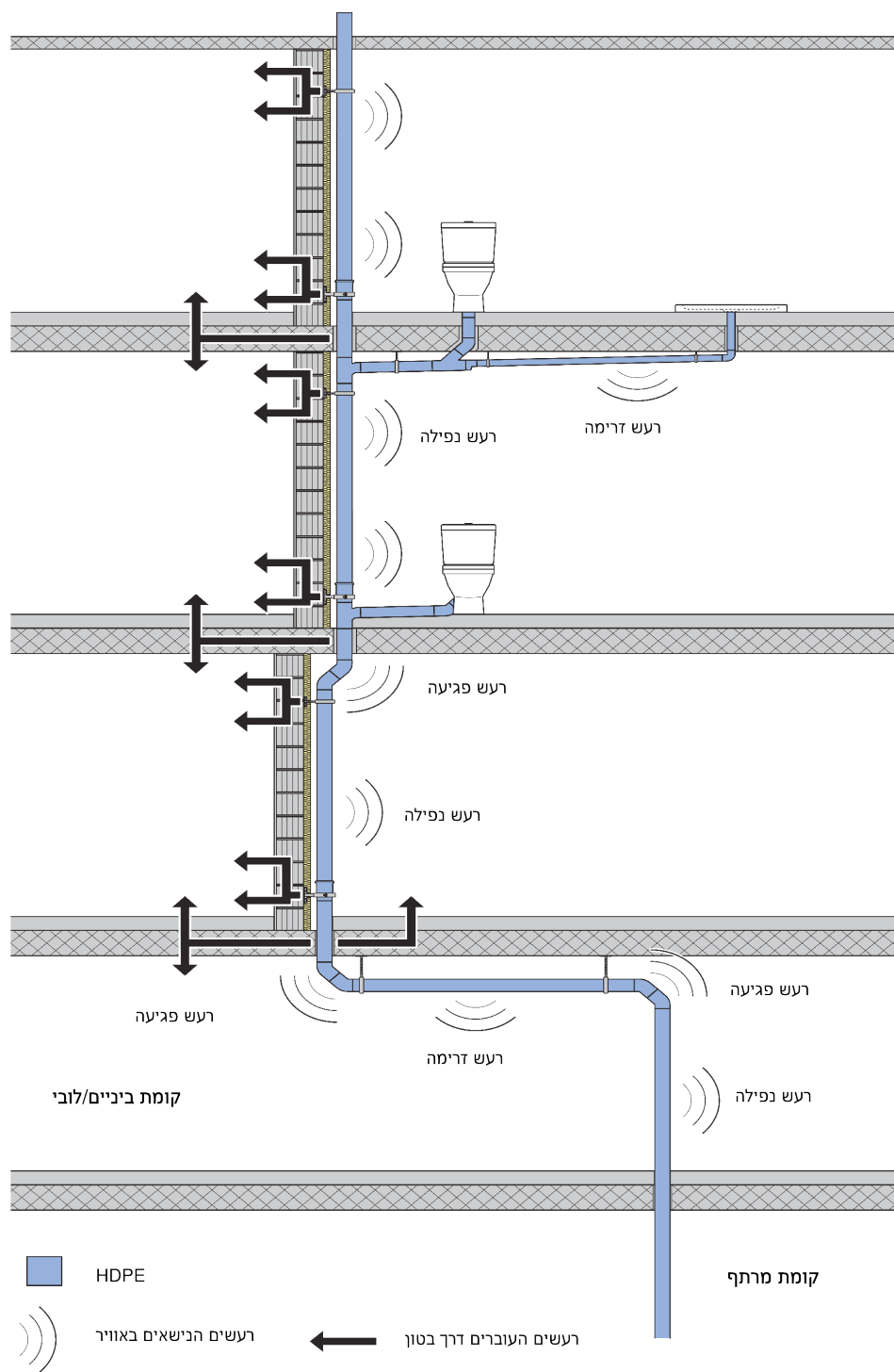
רעשי מי שפכים

בצינורות ניקוז אנו מבחינים בין רעשי נפילה, פגיעה וזרימה.

רעשי נפילה כוללים רעשים נישאים ורעשים במבנה הנוצרים על ידי המים כאשר הם נופלים אנכית בתוך צינור.

רעשי פגיעה נוצרים כאשר המים פוגעים באביזר שינוי כיוון. אנרגיית הנפילה מומרת במידה רבה לאנרגיית רעש. יש ירידה במהירות והמים ממשיכים במסעם במהירות נמוכה יותר באופן ניכר לאחר הפגיעה.

רעשי זרימה נוצרים על ידי המים כאשר הם זורמים לאורך צנרת אופקית. המים זורמים לאורך הצינור, משנים את כיוונים ואינם זורמים בצורה חלקה כתוצאה מחוסר אחידות בצנרת או בגלל שינויים בכיוון.



איור 15: מקורות רעש בצינורות שפכים

1.3.3 מדד הפחתת רעש

טבלה 1: דוגמאות למדדי הפחתת רעשים שונים לקירות שונים

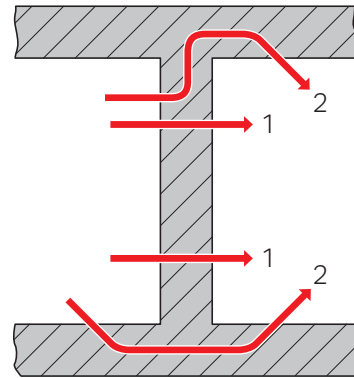
חומר הקיר	עובי [ס"מ]	משקל בסיס [ק"ג/מ ²]	מדד הפחתת רעש (R_w) [dB]
בלוק עם טיח 15 מ"מ	24	366	53
בטון, גולמי ומהודק היטב	7	170	42
פנלים	8	70	35

בידוד רעשים נמדד בעזרת מדד הפחתת רעשים (R'_w). מדד זה מציין את שיעור הפרש העוצמה בין שני חדרים. אם רמת לחץ הרעש בחדר השולח היא 50 dB ורמת לחץ הרעש בחדר המקבל היא 20 dB, מדד הפחתת הרעש שווה ל-30 dB. בחישוב זה אנו מתעלמים מהקיצוז, בשל מאפייניו האקוסטיים של החדר. כאשר מבוצע חישוב מפורט יותר, התוצאה מתוקנת על ידי הביטוי $10 \lg (S/A)$. הנוסחה מתייחסת לשדות רעש מתפשט.

$$R'_w = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg S/A$$

R'_w	מדד הפחתת רעש
L_1	רמת לחץ רעש של חדר משדר
L_2	רמת לחץ רעש של חדר קולט
S	אזור המחיצה המשותפת
A	אזור ספיגה שקול של החדר הקולט

מדד הפחתת הרעש (R'_w) מביא בחשבון גם את ההעברה המאגפת, במילים אחרות, את העברת הרעש דרך רכיבים סמוכים.



איור 16: העברת הרעש עם העברה מאגפת

1	העברת רעש ישירה
2	העברה מאגפת

מדד הפחתת הרעש של קירות ותקרות תלוי בעיקר במידותיהם ועמידותם לכיפוף. ככל שהקיר גדול יותר, כך מדד הפחתת הרעשים שלו גדול יותר.

1.4 אמצעי בידוד רעשים בטכנולוגיה סניטרית

1.4.1 עקרונות בידוד רעשים

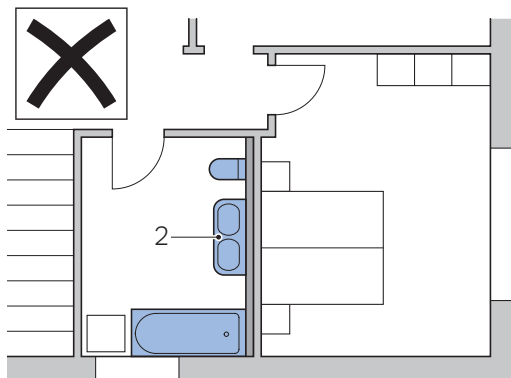
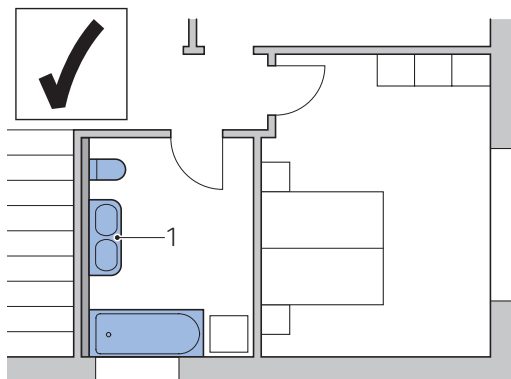
Geberit ביצעה מדידות רעשים בתנאי אמת במעבדה שהוקמה במיוחד למטרה זו. פעולות אלה אפשרו לבעלי המבנים, למהנדסים סניטרים ולשרברים לקבל תוצאות מדידה אמינות.

יש ליישם את העקרונות הבסיסיים שלהלן כדי להבטיח בידוד רעשים הולם.

- אזורים שקטים אינם נמצאים בסמוך לקירות סניטריים
- אסלה עם בידוד רעשים
- חבק צינור מרופד בגומי
- קולטן ללא שינוי כיוון
- צינורות שקטים
- קיר קדמי מגן

1.4.2 אזורים שקטים אינם נמצאים בסמוך לקירות סניטריים

אין להתקין קירות סניטריים בסמוך לאזורים הדורשים שקט, כגון חדרי שינה.

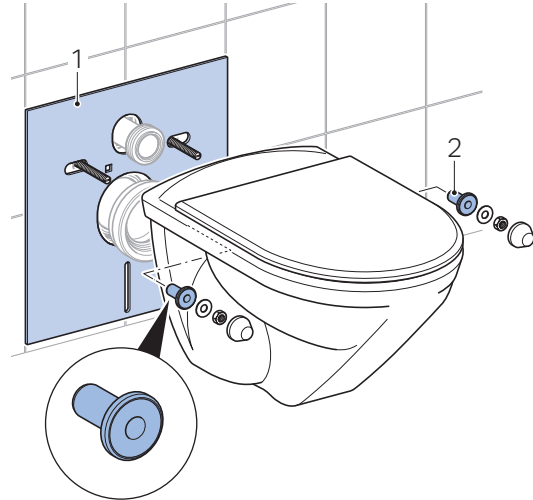


איור 17: פריסה אופטימלית של תכנון הקומה

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | קיר סניטרי בסמוך למדרגות |
| 2 | קיר סניטרי בסמוך לאזור שקט |

1.4.3 אסלה עם בידוד רעשים

בעת התקנת אסלה, השתמש תמיד ביריעת בידוד רעשים ובשרוול בידוד רעשים לבורגי ההידוק.

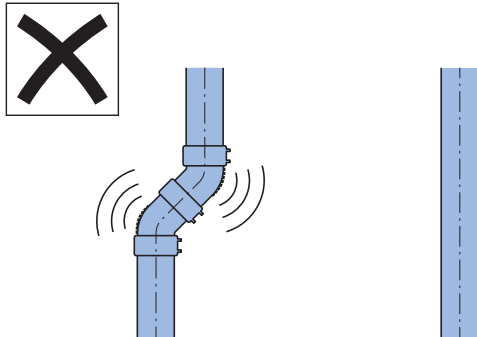


איור 18: אסלה עם בידוד רעשים של Geberit

- | | |
|---|--------------------------------|
| 1 | ביריעת בידוד רעשים |
| 2 | שרוול בידוד רעשים לבורגי הידוק |

1.4.5 קולטן ללא שינוי כיוון

במידת האפשר, אין לבצע שינויי כיוון בקולטנים. בקולטנים ישירים יש רמת לחץ רעש נמוכה.



איור 20: קולטן אופטימלי

מכל מקום, אם שינויי הכיוון בלתי נמנעים, ודא שזווית שינוי הכיוון קטנה ככל הניתן.

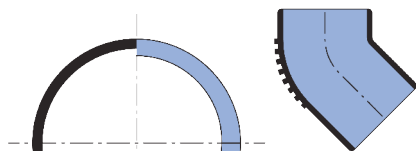
1.4.6 שימוש בצינורות שקטים

השתמש בצינורות בידוד רעשים כגון Geberit לצמצום הרעשים.



איור 21: אביזר הסתעפות לבידוד רעשים Geberit Silent-db20

Geberit HDPE Geberit Silent-db20



איור 22: צינורות ואביזרים של Geberit Silent-db20 בהשוואה ל-Geberit HDPE

1.4.4 חבק צינור חייב לכלול ריפוד גומי

השתמש תמיד בחבקי צינורות להידוק אל הקיר עם ריפוד גומי. לעולם אל תשתמש במלט, אחרת הדבר עלול ליצור קשרי רעש.

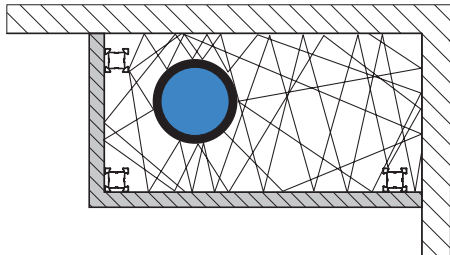


איור 19: חבק צינור (מרופד בגומי) Geberit Silent-db20

חובה לבחור בקוטר המתאים של חבקי צינור (מרופדים בגומי) של Geberit ולהדקם היטב. ניתן לקבל תנאי הידוק ובידוד רעשים אופטימליים.

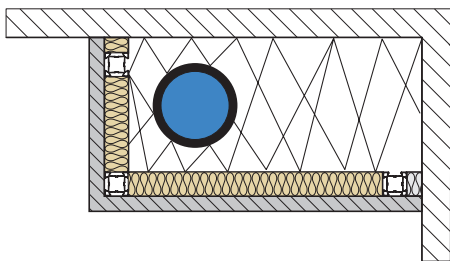
1.4.8 מניעת העברת צליל נישא

יש להעביר בדרך כלל צינורות שפכים העוברים דרך חדרים הדורשים הגנה במערכות קיר נפרדות. מחקרים הראו שעלייה של יותר מ-10 dB ברמת הרעש צפויה כתוצאה מהחזר הרעש בתוך תעלות התקנה.



איור 25: החזר הרעש במערכת התקנה אינו עובר לחומר בידוד הרעשים

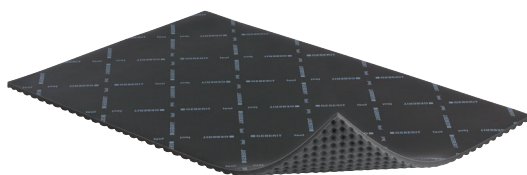
ספיגת הרעש גדלה והחזר הרעש קטן על ידי התקנת חיפוי סופג רעשים, לדוגמה משטחי צמר סלעים בעובי של 30 מ"מ, אל החלקים הפנימיים הארוכים והצרים של התעלה או על ידי מילוי כל החלל החלול. המדידות של Geberit הראו שניתן להפחית כל עלייה אפשרית ברמת הרעש בתעלות באמצעות חיפוי סופג רעשים קפדני.



איור 26: החזר רעש מופחת במערכת התקנה עובר לחומר בידוד הרעשים

ניתן להשיג בידוד רעשים נישאים על ידי בידוד מקור הרעש.

אפשרות נוספת לבידוד מערכות ניקוז היא להשתמש ביריעת בידוד הרעשים Geberit Isol. ניתן להשתמש ביריעות בידוד רעשים Geberit כדי לעטוף צינורות בנקודת המעבר של קולטן אל תוך צינור האיסוף.



איור 27: יריעת בידוד רעשים של Geberit Isol

1.4.7 הפרדת רעש העובר בבטון מהמבנה

יש צורך בבידוד בכל המקרים שבהם יש או עשויות להיות נקודות מגע ישיר בין המבנה והצנרת, כדי להפחית את העברת הרעש דרך הבטון. ניתן לשפר את תהליך ההפרדה מהמבנה על ידי שימוש ברכיבי המערכת שלהלן:



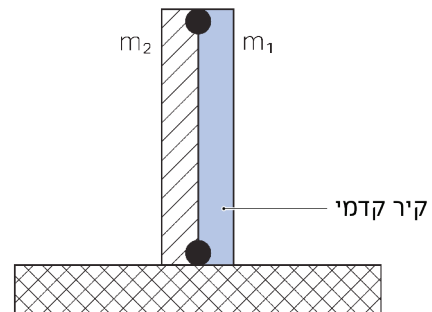
איור 23: שרול בידוד Geberit Silent-db20



איור 24: סרט בידוד של Geberit בגלילים, הדבקה עצמית

1.4.9 קיר קדמי מגן

לקיר קדמי קל משקל השפעה ניכרת על בידוד הרעשים. סוג זה של מבנה יכול גם לתת מאפייני בידוד רעשים נוספים בעזרת שכבת קצף דקה הפונה לעבר הרצפה והתקרה.



איור 28: מבנה מתקן קיר קדמי

m_1 קיר קדמי

m_2 קיר

כתוצאה מבידוד הרעשים המוגבר עם הפרש עכבה ניכר (עיין בפרק "צליל נישא וצליל במבנה", דף 11) הכלל שלהלן תקף: ככל שההפרש במאסה לשטח יחידה בין הקיר הקדמי והקיר גדול יותר, כך בידוד החיבור יהיה טוב יותר.

2 בסיס משפטי

2.1 תקן בדיקה DIN EN 14366

בדיקה בהתאם לתקן DIN EN 14366:2005-02 אינה מדמה תנאי אמת. מכון ה-Fraunhofer פרסם פרסום חדש בנושא זה, המראה שהשיטה להתקנת חבקי צינורות מרופדים בגומי יכולה ליצור הפרשים ברמת רעש המערכת המותקנת של עד 15 dB.

מכון ה-Fraunhofer לפיזיקת מבנים מתייחס במפורש לנושא זה בדוחות הבדיקה האחרונים שלו למדידות לפי תקן DIN EN 14366:2005-02 ומצהיר: "יכולת ההשוואה והאפשרות לשחזר את התוצאות שנמדדו: בכל הקשור למדידות רעשים במערכות ניקוז, התוצאות תלויות במידה רבה בתנאי המתקן, כגון היישור האנכי המדויק של הצינורות, ליטוש קצוות הצינורות ועומק הכנסת הצינורות אל תוך השרוולים, נוסף על השימוש בחבקי צינורות מרופדים בגומי. על בסיס הניסיון ועל ידי שיפור אפקטים אלה, ניתן להוריד את רמת לחץ הרעש בכמה dB. לפיכך השוואה בין מערכות ניקוז שונות דורשת שכל המערכות יותקנו תוך שמירה על הקפדה זהה. מרכז הבדיקות אינו יכול באופן כללי לזהות את כל פרטי ההתקנה הרלוונטיים לאקוסטיקה, לכן אין אפשרות לפרטם בדוחות הבדיקות."

לעתים קרובות ערכים שנמדדו שזוהו בעבר בהתקנות שאינן קרובות למצב בפועל, אינם רלוונטיים עוד הלכה למעשה. לכן מצוין במפורש שדוחות בדיקה מסוימים מלפני 2014 מכילים ערכי מדידה שניתנים להשוואה רק במידה מסוימת. מכון ה-Fraunhofer אינו תומך עוד בדוחות בדיקה אלה.

כדי להבטיח שדוחות הבדיקה ותהליכי הבדיקה שבשימוש יהיו עדכניים, מכון ה-Fraunhofer מעריך בדרך כלל ונותן תוקף של 5 שנים וממליץ על בדיקה חוזרת של מערכות הניקוז לאחר 10 שנים לכל המאוחר.

גם שיטות ניסיוניות בהתאם לתקן EN 14366 וגם תהליכי חישוב תאורטיים המוגדרים בתקן EN 12354-5 אינם מתאימים לתיאור מלא של רמת רעש המערכת המותקנת. זו הסיבה ש-Geberit שואפת להשיג ראייה ניסיונית במערכת ומבצעת בדיקות בתנאי מבנה אמיתיים.



שיטה נפוצה למדידת המאפיינים האקוסטיים של צינורות חיצוניים היא לבדוק אותם בהתאם לתקן DIN EN 14366:2005-02. בתחום היישום של תקן DIN EN 14366:2005-02, מצוין: "התקן אינו מספק כל שיטות תקניות לחישוב המאפיינים האקוסטיים של מתקנים מסוג זה בבניין." התוצאות של בדיקה זו אינן מספקות תמונה מדויקת אם מתקן צנרת מושלם, כולל שסתומים, אסלות וכו' עומד בדרישות האקוסטיות הספציפיות של הבניין. רק הרעש מהקולטן נמדד בבדיקות לפי התקן DIN EN 14366:2005-02. הרעשים המגיעים מהדחת האסלה או הנגרמים על ידי מים הזורמים בהסתעפות צינור השפכים אל הקולטן אינם מובאים בחשבון. יתר על כן, המדידה מתבצעת כאשר קצב זרימת המים קבוע. בפועל, זרימת המים בצינור הופכת לגועשת יותר, לדוגמה בעת הדחת האסלה. מכון Fraunhofer מתייחס לנושא זה בצורה מפורטת בהצהרתו מיולי 2016.

בפרסום זה, מכון ה-Fraunhofer מדגיש שאין להביא בחשבון את רעש מי השפכים בבידוד. פעולות הדדיות אפשריות עם פעולה מקבילה של מתקנים סניטריים עלולה להוביל לתוצאות חריגות.

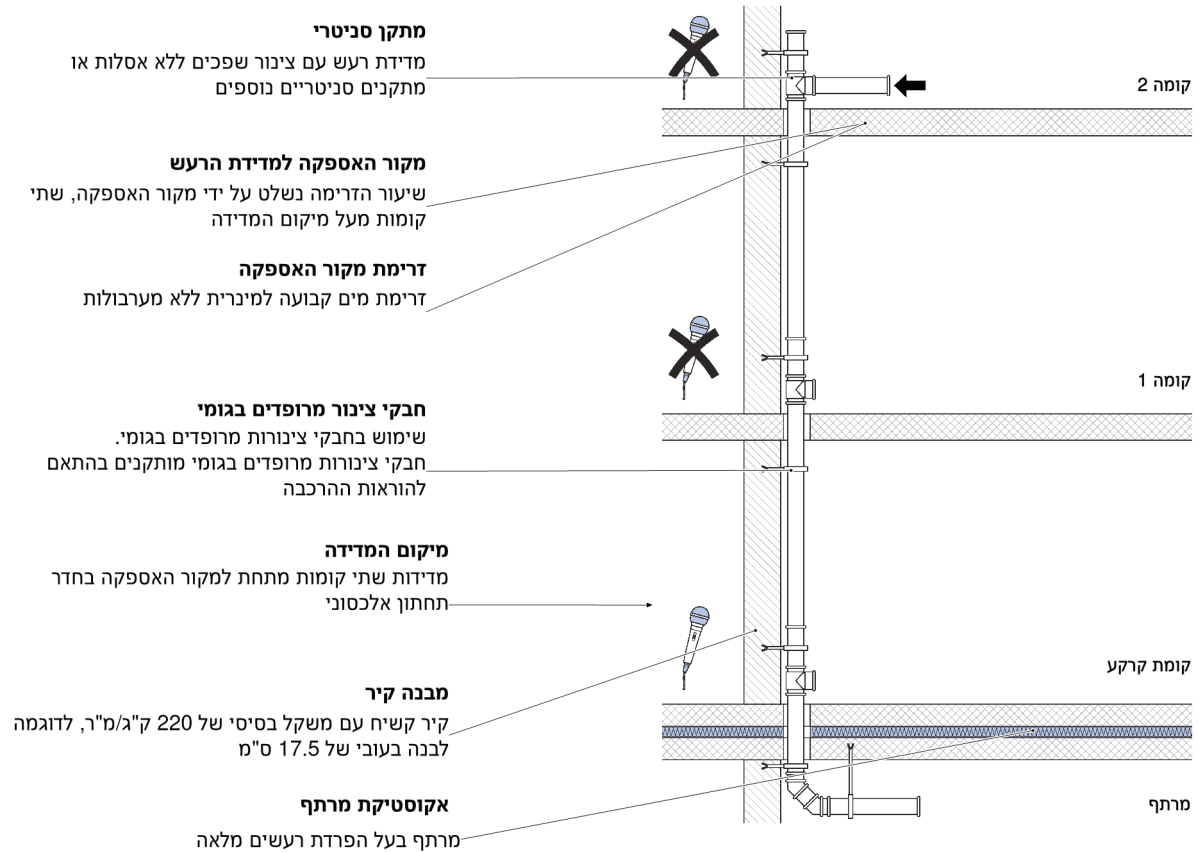
בהקשר זה, מתודולוגיות חיזוי מראות מגבלות ניכרות.

ניתן להשתמש בתקן DIN EN 12354-5 כדי לחזות את רמות לחץ הרעש בחדרים עם מאפיינים אחרים הדורשים בידוד. DIN EN 12354-5 הוא תהליך חיזוי מתמטי לקביעת רמות לחץ רעש מערכת, תוך התחשבות ברעידות טכניות סניטריות כגון הדחות אסלה, אמבטיות, מקלחות וכו'. תקן DIN EN 14366:2005-02 מספק את הנתונים הדרושים לתהליך החיזוי במערכות ניקוז אלה. למרות זאת, הדבר מייצג רק את הנתונים הדרושים לצינורות שפכים ישירים ללא כל סטייה או שינוי כיוון. התקן DIN EN 14366 אינו מתעד את הנתונים לרעשי התרומה הנותרים לרמת לחץ רעש המערכת.

לחלופין, יש אפשרות לבצע בדיקות על מתקני אבטיפוס. פעולה זו כרוכה בבדיקת מערכות ניקוז על מתקני בדיקה עם מתקנים סניטריים אמיתיים (מדידת מערכת). לאחר מכן ניתן להשוות את ערכי המדידה המתקבלים בצורה זו ישירות עם דרישות בידוד הרעשים.

2.1.1 הגדרה בהתאם לתקן הבדיקה DIN EN 14366

התקן DIN EN 14366 קבע שיטות למדידת רעש הנובע מהתקנות מי שפכים בתנאי מעבדה. המבנה המדויק של מערכת הניקוז לבדיקה נשאר ברובו לא מוגדר. התקן אינו מספק שיטות כלשהן לחישוב המאפיינים האקוסטיים של מתקני הבניין.



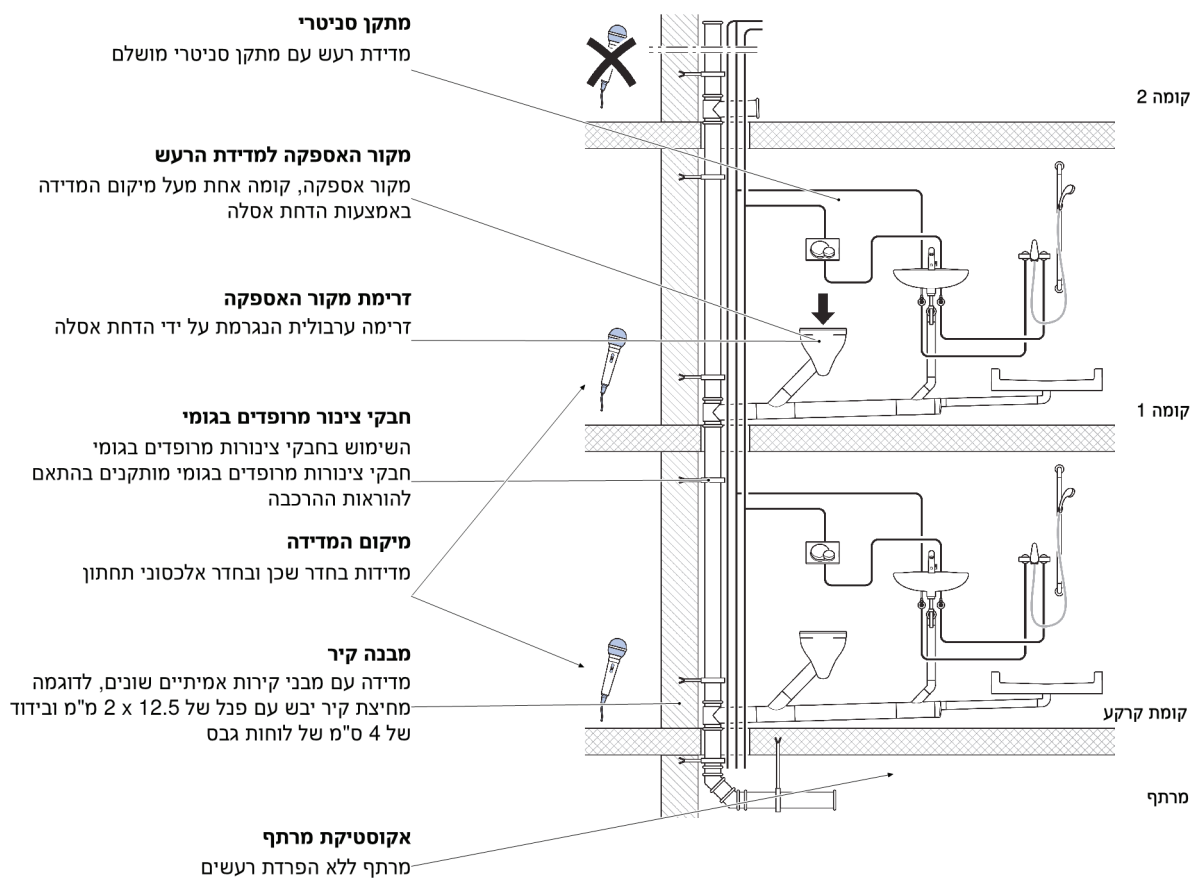
איור 29: התקנה שבשימוש תכוף למדידות בהתאם לתקן DIN EN 14366

DIN EN 14366 הוא תקן בדיקה בעל חשיבות מוגבלת בפועל.



2.2 התקנה בהתאם לתקן הישראלי SI 1004

התקן הישראלי SI 1004 חלק 4 (דצמבר 2013) מסדיר את הבידוד האקוסטי המינימלי ואת אקוסטיקת החדרים בבניינים. הוא מסדיר את תהליך המדידה ומגדיר גבולות לרמת לחץ רעש מקסימלי למערכות מבנה טכניות ומבטיח הגנה מפני מטרד רעש לא מתקבל על הדעת. מכל מקום, התקן אינו מפרט את ההתקנה. לכן, רק מדידות רעש המתבצעות בתנאים אמיתיים מתאימות להמחשת רמת הרעש הצפויה.



התקן הישראלי SI 1004 הוא תקן בידוד רעשים עם מפרטים לבניינים אמיתיים. Geberit מבצעת מדידות במצבים מבניים אמיתיים, המאפשרים על ידי מכון ה-Fraunhofer והרלוונטיים למצבי מבנה בני-השוואה

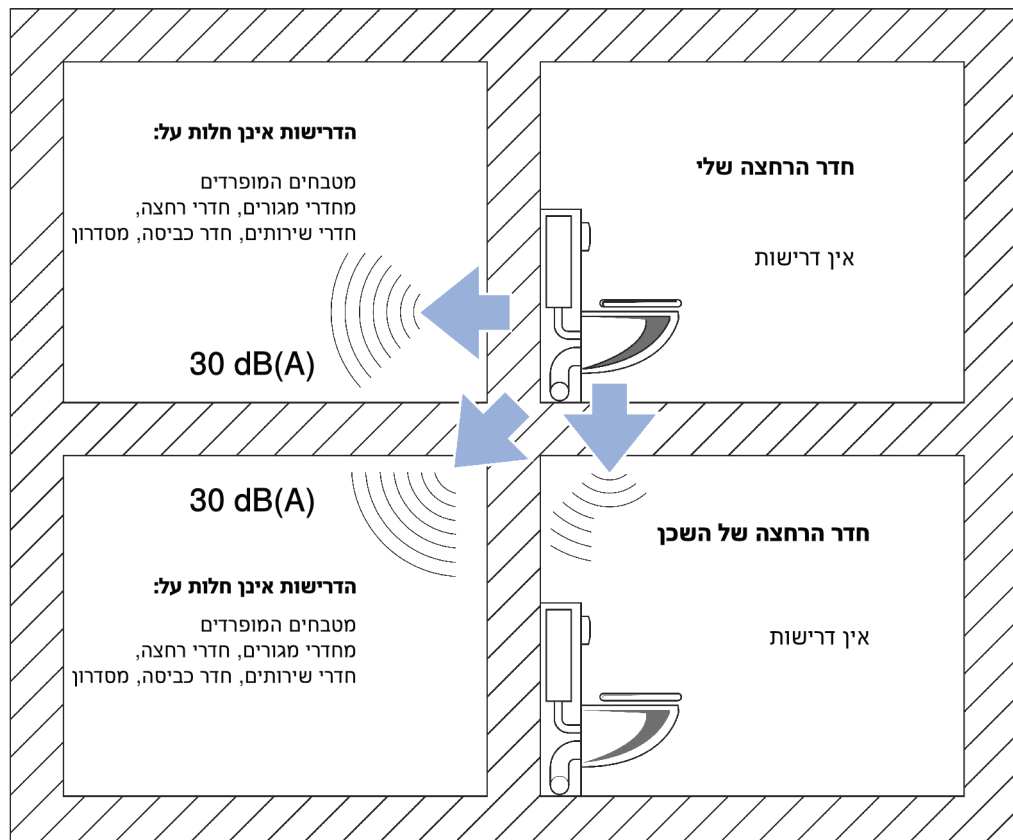
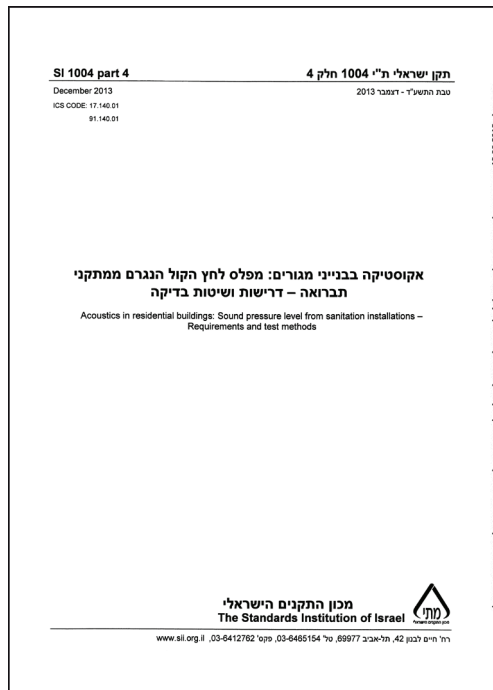


2.2.1 תקן בידוד רעשים ישראלי

התקן הישראלי SI 1004 הוא תקן בידוד רעשים המורכב מארבעה חלקים. חלק 4 משנת 2013 מתייחס למתקנים סניטריים. להלן תיאור היקף התקן כפי שמפורט בתקן המקורי:

"היקף התקן"

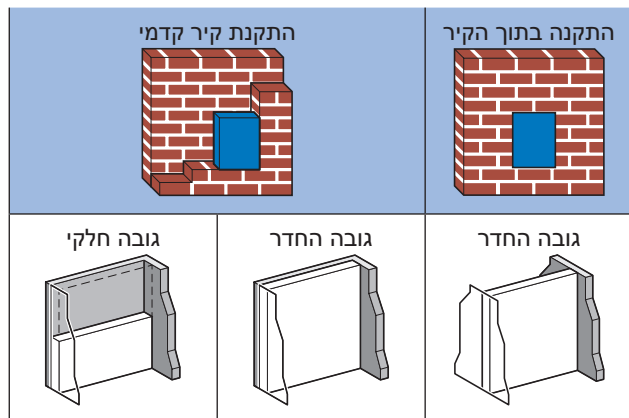
תקן זה עוסק בשיטות המדידה ובדרישות לרמות לחץ הרעש שהתקבלו בחדר רגיל כתוצאה מפעולת מתקנים סניטריים המותקנים במבנה מגורים. התקן עוסק ברעש המגיע ממתקן סניטרי בשימוש הציבורי. תקן זה עוסק ברמת לחץ הרעש הנוצרת מהפעלת כל אחד מרכיבי המתקן הסניטרי בנפרד. מדידת רמת רעש המערכת שווה ביסודה למשתנה המשוקלל $LAF_{max,NT}$ ולכן כוללת את הרכיבים האקוסטיים של החדר. חובה גם לכלול בשקלול את רעש הרקע. הטקסט המקורי של התקן הישראלי מציין: "רמת לחץ רעש הנוצרת על ידי פעולת מתקן סניטרי לאחר הפחתת השפעת לחץ רעש הרקע ותיקון זמן ההדהוד". הדרישה של 30 dB(A) זהו לזו שב-DIN 4109, אף על פי שהתקן הישראלי מתחשב בקפיצות רגעיות שלא כמו ב-DIN 4109. מכל מקום, קפיצות אלה משוקללות בנפרד והן יכולות להגיע לרמה מרבית של 40 dB(A) בלבד. למעט ההתייחסות לתקן קביעת זמן ההדהוד, התקן הישראלי אינו מתייחס במפורש לתקני בדיקה אחרים. התהליכים המתוארים מבוססים על כללים ותקנים בין-לאומיים.



3 מידות ופתרונות בידוד רעשים

3.1 פתרונות בידוד רעשים בעזרת טכנולוגיית המערכת של Geberit

טבלה 2: סקירת שיטות בנייה קשיחות



שיטת בנייה זו אינה עומדת בכל דרישת בידוד רעשים.



מערכות התקנה עם מרכיבים בודדים למבנה קיר יבש

קיר סניטרי מוגדר כקיר יבש שיכול לתמוך במתקנים סניטריים. מתקנים סניטריים הם לדוגמה רכיבי אסלות וצינורות אספקה ושפכים קשורים.

שלא כמו מבנים קשיחים, רכיבי ההתקנה למבני קירות יבשים הם בעלי תמיכה עצמית. במבני קירות יבשים, רכיבי ההתקנה כוללים פעולה סטטית. עומסי המשקל של המתקנים הסניטריים מופנים אל רכיבי ההתקנה ועוברים דרכם אל הקיר היבש ואל הרצפה. קירות סניטריים במבני קירות יבשים, מחיצות הפרדה (לדוגמה קירות התקנה Knauf W116), הפונים לעבר קירות התעלה והטפסנות, מורכבים ממבנה משני מעץ או מתכת. פני שטח הקיר/הפנל מוכן בדרך כלל באמצעות לוחות גבס. הרכיבים הבודדים בעלי התמיכה העצמית מותקנים בין שני יתדות. רכיבי ההתקנה מהודקים אל יתדות הקיר הסניטרי ואל הרצפה. צינורות האספקה והשפכים, שירותי החימום והאוורור ממוקמים בחלל שבקיר.

3.1.1 סקירת סוגי קירות ומתקנים

- מערכות ההתקנה משתנות בהתאם לעיצוב הקירות הסניטריים - מבנה קשיח או קיר יבש. יש 4 סוגי מערכות התקנה:
- מערכות התקנה המורכבות מרכיבים בודדים למבנה קשיח
- מערכות התקנה המורכבות מרכיבים בודדים בעלי תמיכה עצמית למבנה קיר יבש
- קירות סניטריים
- קירות טרומיים מתועשים

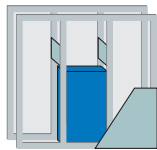
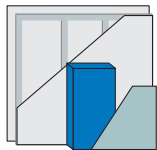
מערכות התקנה עם מרכיבים בודדים למבנה קשיח

קיר קשיח הוא קיר לבנים או קיר בטון.

במבנים קשיחים, חלקי ההתקנה (רכיבים בודדים) פועלים כאמצעי חיזוק למתקנים הסניטריים ולצורך מיקום מדויק של חיבורי מי השתייה והניקוז. רכיבי המתקן מקובעים אל הקיר האחורי ומשולבים באופן מלא עם צינורות האספקה והשפכים. הם אינם מספקים פעולת תמיכה סטטית. לפיכך יש לתכנן את הקיר הקדמי בגובה חלקי או בגובה החדר, כמבנה קשיח לנשיאת עומס ומקובע אל הקיר האחורי. הקיר הקדמי והקיר האחורי מספקים את התמיכה הסטטית למתקנים ולציוד. הרכיבים הבודדים של המבנים הקשיחים אינם מתאימים למבנה קיר גבס.

קירות סניטריים Geberit

טבלה 3: סקירת סוגי מתקני קירות יבשים

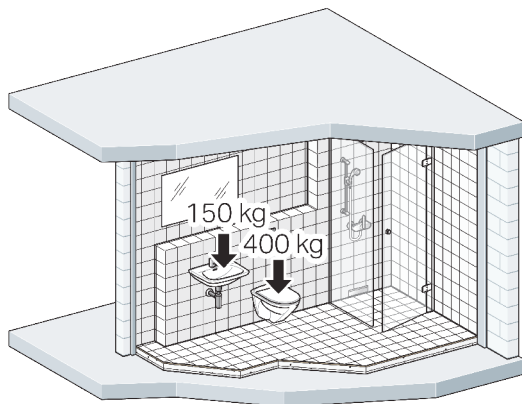
התקנה בתוך הקיר	התקנת קיר קדמי
	

קירות סניטריים Geberit הם רכיבים המשולבים זה עם זה, המורכבים מרכיבי התקנה של Geberit, מבנה המורכב מפרופילים ומסילות, טכניקות הידוק ופנלים. התמיכה הסטטית מתקבלת על ידי קיר סניטרי Geberit המושלם. העומסים מהמשקלים הכבדים של המתקנים הסניטריים נישאים על ידי הפנלים של רכיבי ההתקנה של Geberit והמבנים בקיר הסניטרי של Geberit ומועברים אל מבנה הבניין. הקירות הסניטריים של Geberit כוללים את צינורות האספקה והשפכים, צינורות החימום ושירותי האוורור, המותאמים לקירות המערכת של Geberit ונבדקים. העבודה מתבצעת על ידי ספק אחד - המתקין - כל עוד מדובר במשטח מוכן הכולל אריחים. הוא איש הקשר היחיד, והשרברב מספק את כל התיאומים והאחריות. תהליכי הבנייה מפושטים, זמני ההתקנה מתקצרים ולכן החיסכון יותר אטרקטיבי. ניתן ליצור קירות סניטריים לכל מצב בנייה על בסיס כללים פשוטים וקבועים. הקירות הסניטריים של Geberit מאפשרים יצירת תוכניות קומה אטרקטיביות עם קירות התקנה שונים, בין אם מדובר במתקן קיר קדמי, מתקן קיר פנימי או מחיצות חדרים. בעוד שמתקני קיר קדמי עם חיפוי בחדרי רחצה מסורתיים מאפשרים יצירת משטחי מידוף שימושיים, הקירות הסניטריים של Geberit כגון Geberit GIS, מאפשרים חלוקה של חדרי רחצה גדולים לאזורים נפרדים, לדוגמה הפרדת אזורי הרחצה והאסלה, יצירת אי של מקלחת או הסתרת מתקנים סניטריים בודדים בגומחות.

בהתאם לדרישה ולסוג הקיר, רוב הספקים, מתקני קירות יבשים, שרברבים, מתקני מערכות אוורור וכו', עובדים על קיר סניטרי זה. ניהול זרימת העבודה והסכמה של הספקים השונים, תחת פיקוח האתר - כל אלה גוזלים זמן רב ודורשים תיאום. לא מתבצעות בדיקות והצהרות, לדוגמה למבנה חסין אש של קיר סניטרי מושלם (כגון Knauf W116) ואחריות לעיצובו המקצועי והטכני הנכון אינה מוסדרת. הניסיון המעשי הראה שתכנון תקין ונכון טכנית של קיר סניטרי אינו תמיד אפשרי או מוזנח משיקולי עלות. במקום ציות לכללי התקנה של היצרן, מבני קיר לקויים נבנים על ידי שילוב של כמה ספקים שונים באתר העבודה על קיר סניטרי. כאשר כמה ספקים מעורבים, מי מספק אחריות?



איור 30: קיר סניטרי Geberit Duofix



איור 32: דרישות מבניות החלות על Geberit Duofix ו-Geberit GIS

מערכות ההתקנה Geberit Duofix ו-Geberit GIS עומדות בדרישות בידוד הרעשים, בדרישות המקסימליות בכל הקשור לבטיחות סטטית ודרישות ההגנה מפני לחות והן כוללות רכיבים מיוחדים למתקנים סניטריים ללא מחסומים. מערכות ההתקנה Geberit Duofix ו-Geberit GIS במבנה קל משקל וביישומי מערכות מתוכננות על בסיס פנלים וציפוי משטחים ליכולת עמידה בעומסים הסטטיים המקסימליים שלהן (כושר נשיאת עומס + משקל עצמי):

טבלה 4: העומס הסטטי המרבי המותר של Geberit Duofix ו-Geberit GIS

חלק	כושר נשיאת עומס	משקל עצמי מקסימלי עם תכנון סטנדרטי
אסלה תלויה/ בידה תלוי	~ 400 ק"ג (4,000 ניוטון)	~ 30 ק"ג (300 ניוטון)
כיור רחצה	~ 150 ק"ג (1,500 ניוטון)	~ 25 ק"ג (250 ניוטון)
משתנה	~ 150 ק"ג (1,500 ניוטון)	~ 30 ק"ג (300 ניוטון)

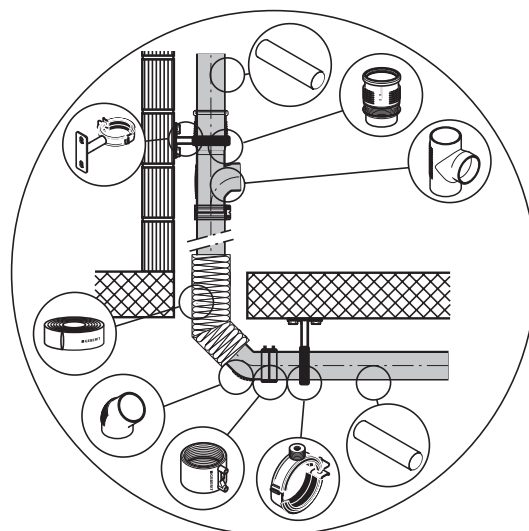


איור 31: קיר סניטרי Geberit GIS

דרישות סטטיות

הדרישות המתייחסות ל"מחיצות פנימיות ללא נשיאת עומס" מתוארות בתקן DIN 4103, חלק 4. התקן מכסה גם את מערכות התקנת מבנים קלי משקל Geberit GIS ו-Geberit Duofix. קירות אלה אינם נושאי עומס ואין להם כל פעולת תמיכה סטטית במבנה. כתוצאה מהעומסים הגבוהים, העשויים להופיע במתקנים סניטריים תלויים (לדוגמה אסלות, בידה, כיור רחצה, משתנות), הקירות הסניטריים חייבים להציע רמה גבוהה יותר של בטיחות ובמקביל לעמוד בדרישות הבטיחות. העברת כוחות מהמתקנים הסניטריים התלויים היא דרישה שאינה מובאת בחשבון בשום תקן. Geberit מגדירה בעצמה את הדרישות המדויקות כאן כדי להבטיח את הבטיחות המרבית האפשרית לבעלי הבניין. הדרישות מבוססות על SN R592 014-1 (מהדורה 2015) "מתקנים סניטריים". בתקן SN R592 014-1 (מהדורה 2015), מוגדרת בדיקת העומס באופן שבו אסלה תלויה או בידה תלוי חייבים לעמוד בעומס סטטי של 4,000 ניוטון (כ-400 ק"ג), כיור רחצה ב-1,500 ניוטון (כ-150 ק"ג) ומשתנה ב-1,500 ניוטון (כ-150 ק"ג). דרישה זו חלה גם על הקירות הסניטריים של Geberit שבהם יש להבטיח את יציבות הקירות בתנאים אלה.

3.2 Geberit Silent-db20 - מערכת ניקוז בעלת ספיגת רעשים



איור 33: דוגמה להתקנה המראה את האביזרים מבודדי האקוסטיקה של Geberit Silent-db20

3.2.1 דרישות לפיקוח על חיזוקי צינורות בעלי הפרדה אקוסטית

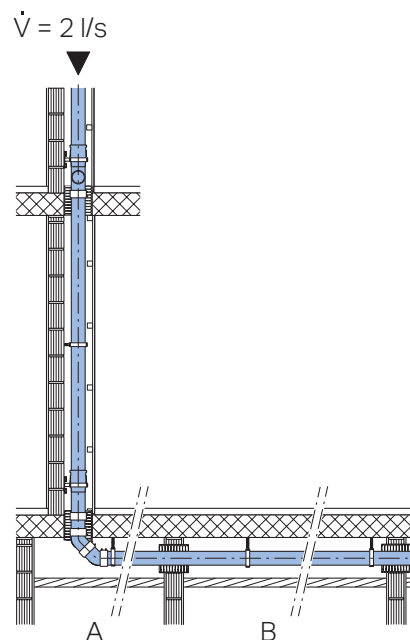
חובה לציית לכללים שלהלן בעת התקנת מערכת הניקוז Geberit Silent-db20:

- אין להניח צינורות מי שפכים וצינורות ניקוז מי גשם חשופים בקירות בחדרים הדורשים בידוד רעשים.
- אין להדק צינורות מי שפכים וצינורות ניקוז מי גשם לקירות בסמוך לחדרים הדורשים בידוד רעשים.
- הימנע מיצירת גשרי רעשים העוברים בבטון בהתקנת צינור מושלמת במהלך ההתקנה. ספק שרוול בידוד לרעשים העוברים בבטון אם קיימת סכנת היווצרות גשרי רעשים העוברים בבטון על ידי ספקים אחרים. ודא שצינורות Geberit Silent-db20 מהודקים בעזרת תפסי P הכוללים שרוול בידוד לרעשים העוברים בבטון.
- פעל בהתאם להוראות ההרכבה של החיזוקים הכוללים חבקי צינורות חופשיים וחיבורי שרוולים כפולים.

3.2.2 דרישות לפיקוח על הידוק צינורות איסוף Geberit Silent-db20

מדידת ההתקנה:

- פני שטח הספיגה $A_0 \leq 10$ מ"ר
- קירות מעטפת קשיחים מאגפים $200 \leq \text{ק"ג/מ"ר}$



איור 34: צינור איסוף עם שינוי כיוון קולטן

- בצע את המדידות שלהלן כדי לוודא שניתן יהיה גם להשיג בפועל את רמות הרעש הניתנות להלן לצינורות קולטן Geberit Silent-db20:
- השתמש בחבקי צינורות מרופדים בגומי של Geberit Silent-db20.
 - בצע הפרדה בין הפתחים בקיר או ברצפה בעזרת שרזול בידוד של Geberit העשוי מ-HDPE.
 - השתמש במחברי ריתוך חשמלי של Geberit ובמחברי התפשטות Geberit Silent-db20 בחיבורים.
 - בחדרים בעלי שטח רצפה של $25 \geq$ מ"ר התקן משטח ספיגה בחלל התקרה.

טבלה 5: צינור איסוף עם שינוי כיוון בצינור קולטן DN100 על רצפה קשיחה, בכפוף ל-2 l/s

מדד הפחתת רעשים נדרש R_w של התקרה התלויה [dB]		מבנה חיזוק	דרישה [dB(A)]	אזור
עם יריעת בידוד רעשים Geberit Isol Flex	ללא בידוד			
10	19	עם חבקי צינורות מרופדים בגומי של Geberit Silent-db20	$35 \geq$	A אזור פגיעה
15	24		$30 \geq$	
20	29		$25 \geq$	
25	34		$20 \geq$	
4	12		$35 \geq$	B אזור זרימה
9	17		$30 \geq$	
14	22		$25 \geq$	
19	27		$20 \geq$	

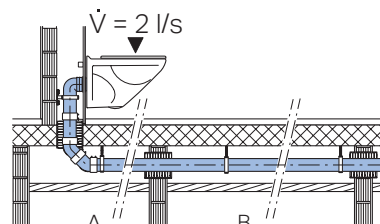
חובה להתקין את יריעת בידוד הרעשים Geberit Isol Flex במרחק מינימלי של 1 מ' במעלה או במורד שינוי כיוון הצינור.



3.2.3 דרישות לפיקוח על הידוק הסתעפות צינורות שפכים Geberit Silent-db20

מדידת ההתקנה:

- פני שטח הספיגה $A_0 \leq 10$ מ"ר
- קירות מעטפת קשיחים מאגפים $200 \leq \dot{V}$ ק"ג/מ"ר



איור 35: הסתעפות צינור שפכים המותקן על רצפת בטון

בצע את המדידות שלהלן כדי לוודא שניתן יהיה גם להשיג בפועל את רמות הרעש הניתנות להלן לצינורות חיבור Geberit Silent-db20:

- השתמש בחבקי צינורות מרופדים בגומי של Geberit Silent-db20.
- בצע הפרדה בין הפתחים בקיר או ברצפה בעזרת שריוול בידוד של Geberit העשוי מ-HDPE או סרט בידוד של Geberit העשוי מ-HDPE.
- השתמש במחברי ריתוך חשמלי של Geberit ובמחברי התפשטות Geberit Silent-db20 בחיבורים.
- בחדרים בעלי שטח רצפה של $25 \geq$ מ"ר התקן משטח ספיגה בחלל התקרה.
- בצע הפרדה בצינורות המונחים בעזרת שריוול בידוד של Geberit העשוי מ-HDPE או סרט בידוד של Geberit העשוי מ-HDPE.

טבלה 6: חיבור צינורות DN100 המותקנים על רצפת בטון, בכפוף ל-2 l/s

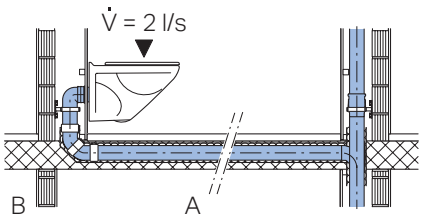
חדר	דרישה [dB(A)]	מבנה חיזוק	מדד הפחתת רעשים נדרש R_w של התקרה התלויה [dB]	
			ללא בידוד	עם יריעת בידוד רעשים Geberit Isol Flex
A אזור פגיעה	$35 \geq$	עם חבקי צינורות מרופדים בגומי של Geberit Silent-db20	19	10
	$30 \geq$		24	15
	$25 \geq$		29	20
	$20 \geq$		34	25
B אזור זרימה	$35 \geq$		12	4
	$30 \geq$		17	9
	$25 \geq$		22	14
	$20 \geq$		27	19

חובה להתקין את יריעת בידוד הרעשים Geberit Isol Flex במרחק מינימלי של 1 מ' במעלה או במורד שינוי כיוון הצינור.



מידת ההתקנה:

- פני שטח הספיגה $A_0 \leq 10 \text{ מ}^2$
- קירות מעטפת קשיחים מאגפים $\leq 200 \text{ ק"ג/מ}^2$



איור 36: צינור חיבור המוכנס ברצפת בטון

טבלה 7: חיבור צינורות DN100 המוכנס ברצפת בטון, בכפוף ל-2 l/s

עיצוב			דרישה [dB(A)]	חדר
בידוד בעזרת שרול בידוד של Geberit העשוי מ-HDPE	בטון המכסה את הבידוד [ס"מ]	ההידוק		
על פני כל האורך	$4 \leq$	עם חבקי צינורות מוכנסים על שרול הבידוד	$30 \geq$	A
			$25 \geq$	B

רמות רעש אלה הן סביב 3–10 dB(A) במקרה הגרוע ביותר, בהתאם למצב, אם צינורות השפייה מצטלבים עם כבלי חשמל או צינורות מי שתייה.



3.3 בידוד רעשים עם משטח בידוד רעשים Isol Flex של Geberit

3.3.1 הפחתת רעשים על ידי שרול בידוד לרעשים העוברים בבטון

בידוד רעשים נדרש בבניינים הנידונים אם יש בהם חדרי מגורים, חדרי שינה, משרדים וכיתות (חדרים הדורשים בידוד רעשים). חובה לתכנן ולפרט שרול בידוד לרעשים העוברים בבטון וחיצוק מפריד רעשים אם קיימת סכנה לגשרי רעשים העוברים בבטון. באופן כללי ניתן להשתמש בבידוד עיבוי למים כשרול בידוד לרעשים העוברים בבטון.

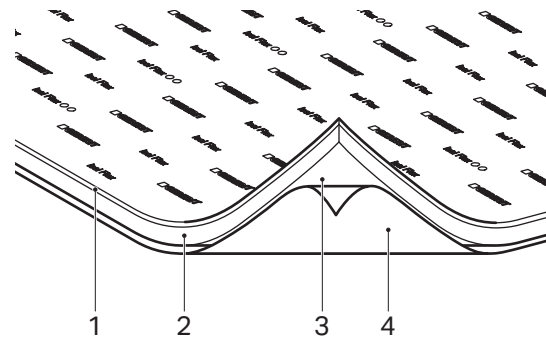
שלושה סוגי רעשים שונים עשויים להופיע במערכות ניקוז, בהתאם למקור רעש:

- רעשי נפילה בחלקים אנכיים
- רעשי פגיעה בשינוי כיוון צינור, לדוגמה באזור מעבר מהקולטן אל צינור אופקי
- רעשי זרימה בצינור אופקי

שיפורים טכניים הקשורים לרעשים משתנים בהתאם לשימוש:

- צינור ישר כ-6 dB
- שינוי כיוון 90° כ-10 dB
- רצפה כ-12 dB

יריעת בידוד הרעשים Geberit Isol Flex מורכב מארבעה רכיבים:



איור 37: מבנה יריעת בידוד הרעשים Geberit Isol Flex

- 1 יריעה כבדה
- 2 קצף PU, תא פתוח
- 3 שכבה דביקה (רק בגרסה הדביקה)
- 4 שכבת הגנה (רק בגרסה הדביקה)

שכבת הכיסוי מונעת חדירת לחות ובמקביל משמשת כמחסום אדים. השכבה הכבדה מבודדת את הרעשים הנישאים, וקצף ה-PU מונע את העברת הרעשים העוברים בבטון.

טבלה 8: נתונים טכניים ליריעת בידוד רעשים Geberit Isol Flex

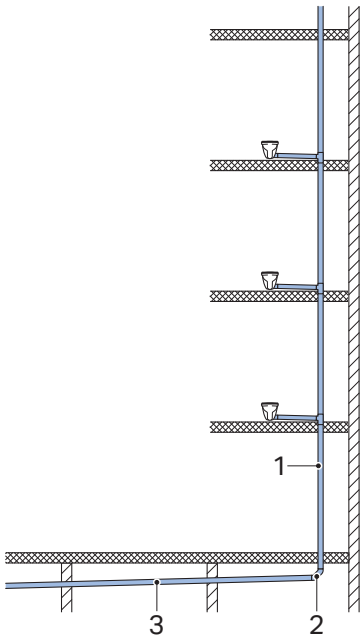
טמפרטורת אחסון	-20 – +60°C
טמפרטורת התקנה	-5 – +40°C
עמידות לטמפרטורה	-20 – +80°C
מוליכות תרמית λ	0.036 W/(m·K)
בידוד שכבה חיצונית, עמידות בפני עיבוי אדי מים μ	32,000

ניתן להתעלם משינוי ברמת הרעש עם גבהים שונים של המבנה.



בגבהים גבוהים, האנרגיה הפוטנציאלית הנוספת נספגת על ידי הפסדי חיכוך מוגדלים, כך שמדידות הרעש נותנות תוצאות פחות או יותר קבועות.

3.3.2 תוצאות מדידה עם Geberit Silent-db20 ומשטח בידוד רעשים Isol Flex של Geberit



איור 38: מקורות רעש

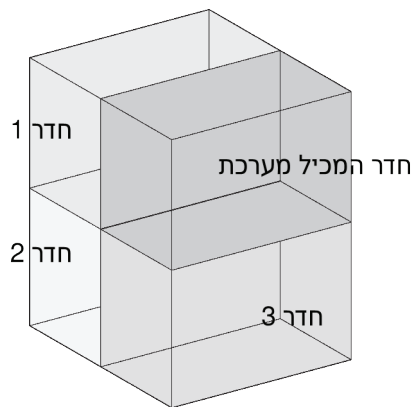
- 1 רעש נפילה
- 2 רעש פגיעה
- 3 רעש זרימה

טבלה 9: רמות הרעש של מקורות הרעש

רעש זרימה [dB(A)]	רעש פגיעה [dB(A)]	רעש נפילה [dB(A)]			
53	58	53	שירותים 2 ל"שנ'	ללא בידוד	Geberit Silent- db20
51	55	51	זרימה קבועה 50 ל"דקה		
39	44	39	שירותים 2 ל"שנ'	עם יריעת בידוד רעשים של Geberit Isol Flex	
35	39	35	זרימה קבועה 50 ל"דקה		

4 מדידת רעש בעזרת מתקני בדיקה של Geberit

4.1 סביבת בדיקה



איור 39: פריסת חדר

כל מתקני הבדיקה תוכננו על ידי Geberit והמידות בוצעו במעבדת טכנולוגיית הבנייה והאקוסטיקה שלנו. התקנת מערכת התקנה מושלמת של Geberit מאפשרת ביצוע מדידות בתנאי אמת ובשלושה חדרים סמוכים. הדבר מאפשר לא רק התחשבות בכל רכיב מערכת ההתקנה (הדחת אסלה, הסתעפות צינור שפכים, קולטן וכו'), אלא גם במצב המבנה המתאים.

4.2 תוצאות מדידה

רמת לחץ רעש המערכת במבנה היא רלוונטית בדרך כלל לחדרים הנמצאים באלכסון למקור הרעש. הנושא קשור לתקנות התכנון לקביעת מיקום חדרי רחצה, שאינן כוללות בדרך כלל חדרים הדורשים בידוד רעשים לפי התקן. לפיכך חדרי רחצה מתוכננים בדרך כלל אופקית או אף אנכית, אך ככלל לעולם לא אלכסוני. לכן קירות סניטריים לא אמורים להיות בסמוך לאזורים שקטים כגון חדרי שינה: במקום זאת הם אמורים להיות ליד חדרים שאינם דורשים בידוד רעשים (לדוגמה מטבחים, חדרי שירות, מסדרונות ומרפסות). לפיכך חדרים הנמצאים באלכסון אל חדרי רחצה עשויים להיות חדרים הדורשים בידוד רעשים.

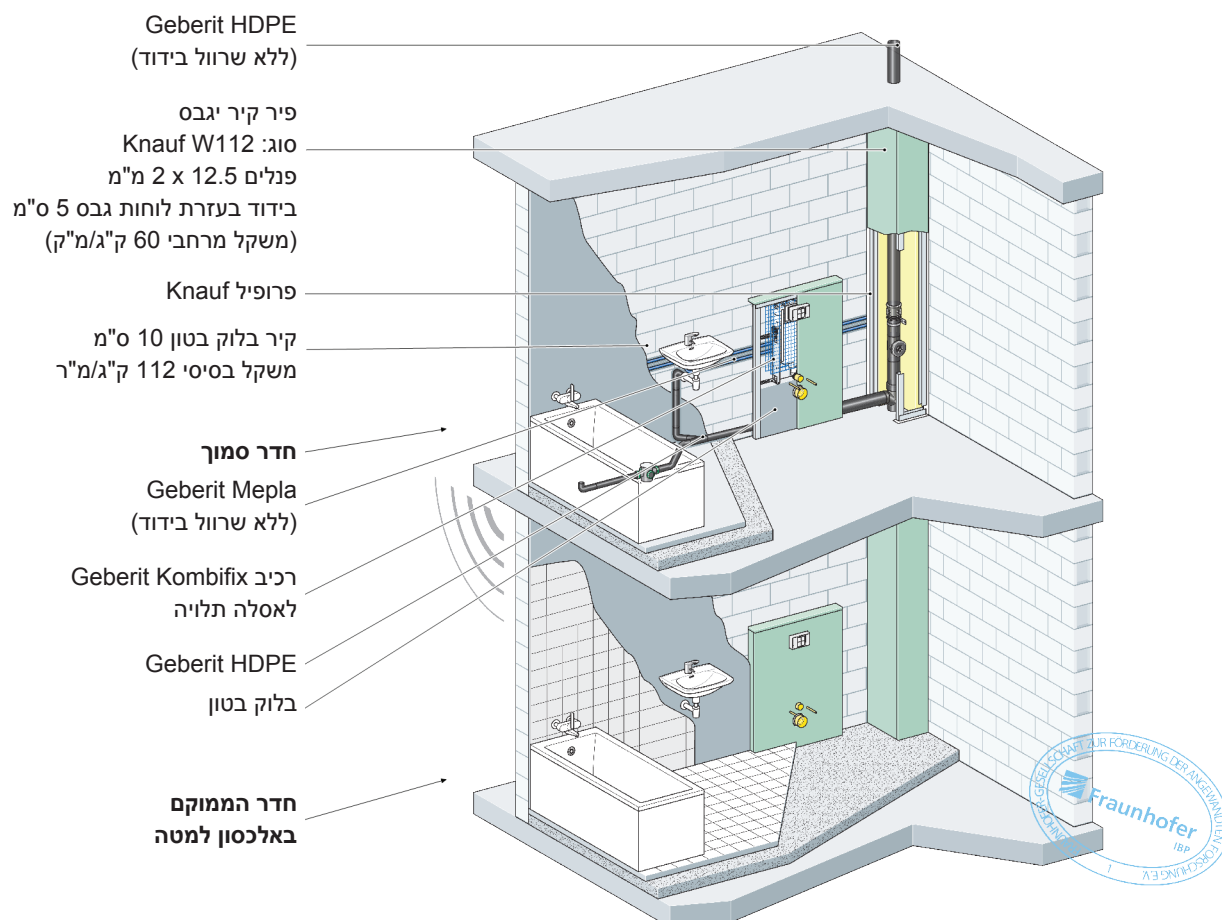
הטבלה שלהלן מציגה בצורה גרפית את התוצאות ומסווגת את רמת לחץ הרעש המקסימלית הממוצעת ($L_{AF,max,nT}$).

דרגה	$L_{AF,max,nT}$ [dB(A)]	סיווג אקוסטי
דרגה A+	20	20 dB(A)
דרגה A	25	25 dB(A)
דרגה B	30	30 dB(A)
דרגה C	35	35 dB(A)
דרגה D	40	40 dB(A)
דרגה E	45	45 dB(A)

המידע האקוסטי מבוסס על מדידות וחישובים שבוצעו על ידי מכון ה-Fraunhofer לפיזיקת מבנים בשטוטגרט. המדידות בוצעו בהתאם להנחיות ולתקנים הגרמניים בתנאי אמת. כל המידע מתייחס להתקנה מבנית במתקן בדיקת התקנה של מעבדת טכנולוגיית הבנייה והאקוסטיקה של Geberit International AG בתנאי ההתקנה המתוארים. מתקן הבדיקה מייצג חלק ממבנה מגורים טיפוסי וניתן להשתמש בו ישירות לשיפור העמידה בדרישות בידוד הרעשים המוגדרות על ידי רשויות פיקוח הבנייה. תנאי בנייה אחרים עשויים להביא לסטייה בתוצאות.

4.3 אישור בידוד רעשים עם Geberit HDPE

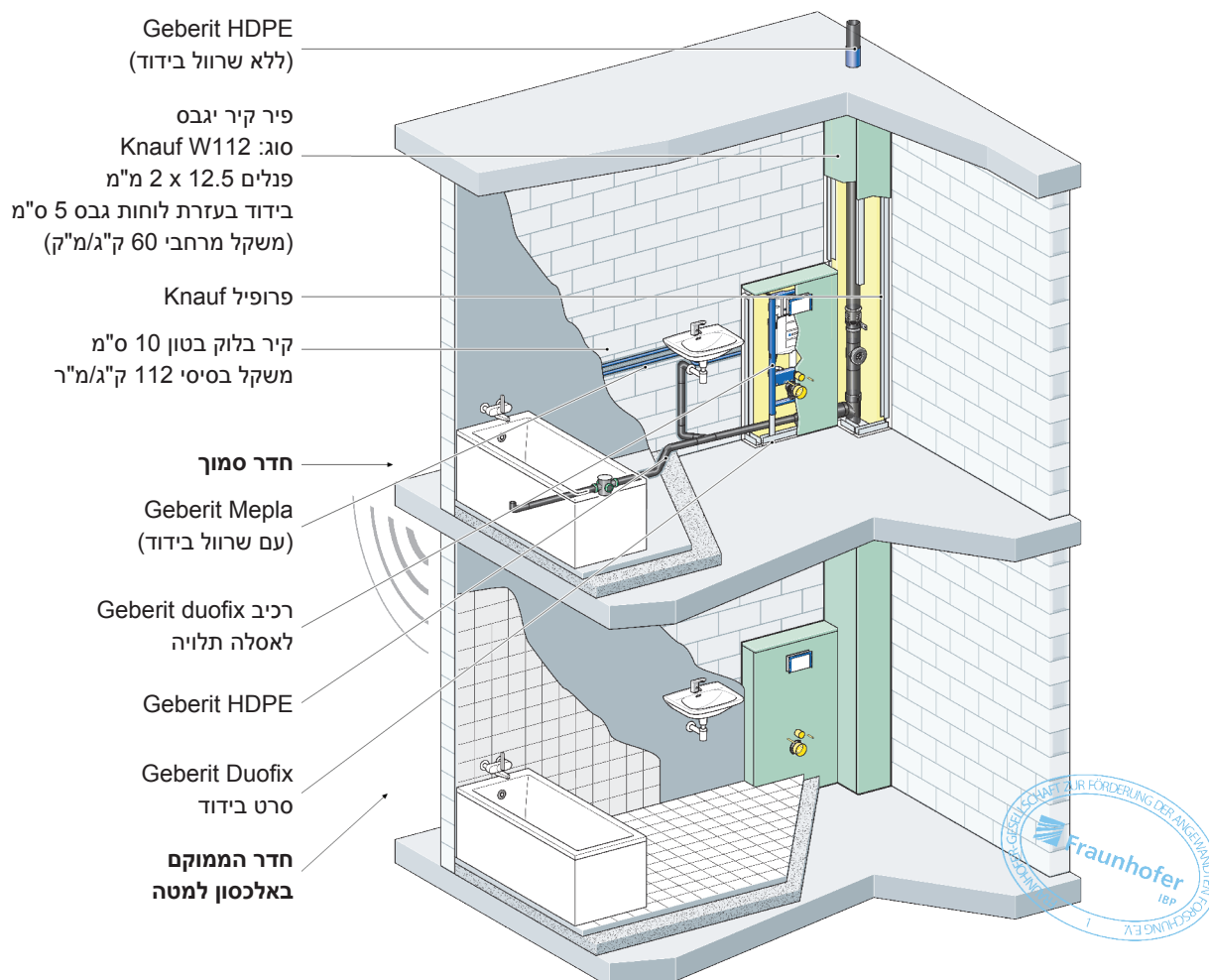
4.3.1 רכיב התקנה Geberit Kombifix על בלוק בטון לפני קיר מחיצה קשיח



ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
D	40 dB(A)	אלכסוני חדר 2

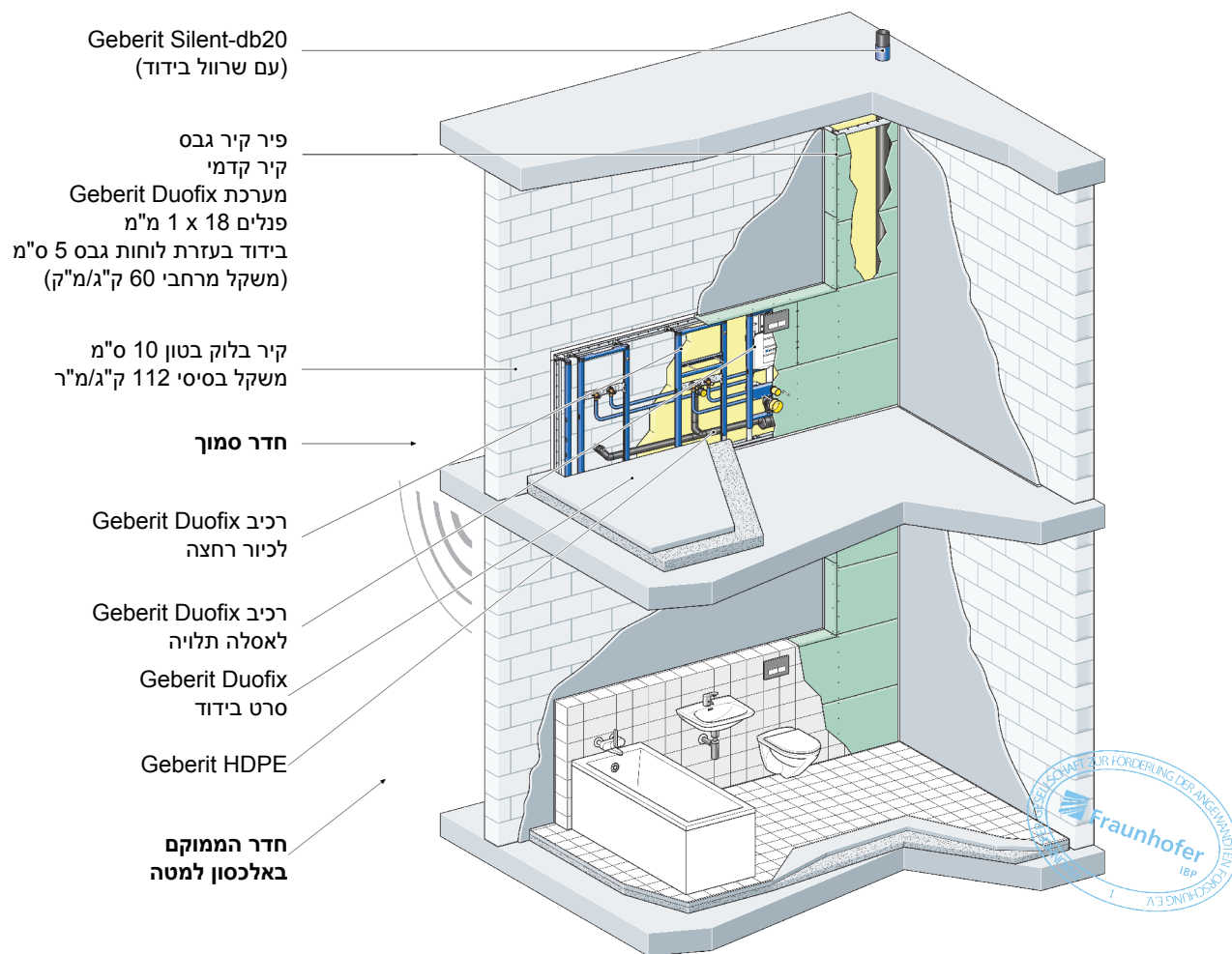
4.4 אישור בידוד רעשים עם Geberit Silent-db20 ו-Geberit HDPE

4.4.1 רכיב התקנה Geberit Duofix במבנה קיר קדמי יבש לפני קיר מחיצה קשיח



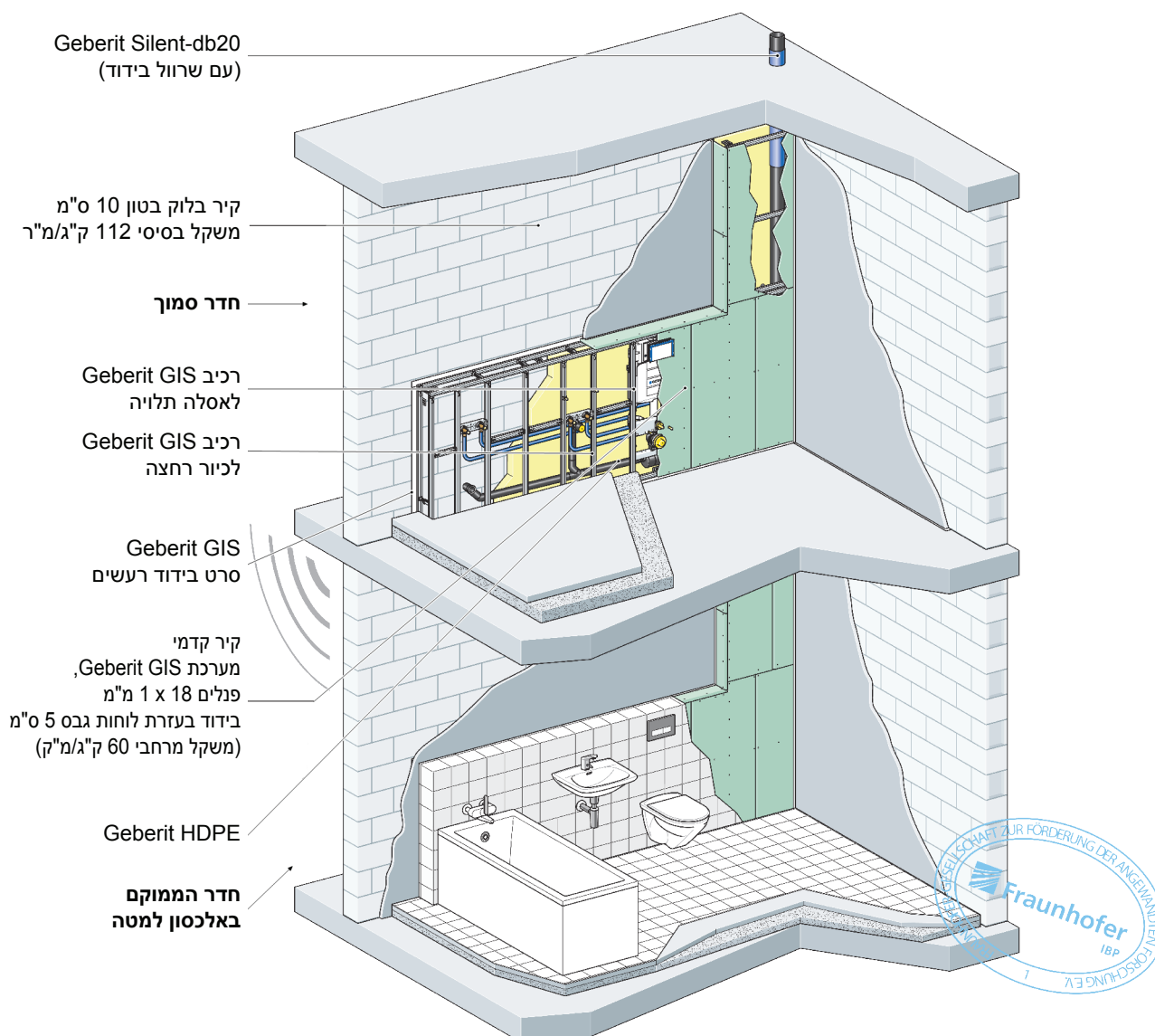
ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
B	30 dB(A)	אלכסוני חדר 2

4.4.2 קיר סניטרי Geberit Duofix בשימוש כמבנה קיר קדמי לפני קיר מחיצה קשיח



ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
A	25 dB(A)	אלכסוני חדר 2

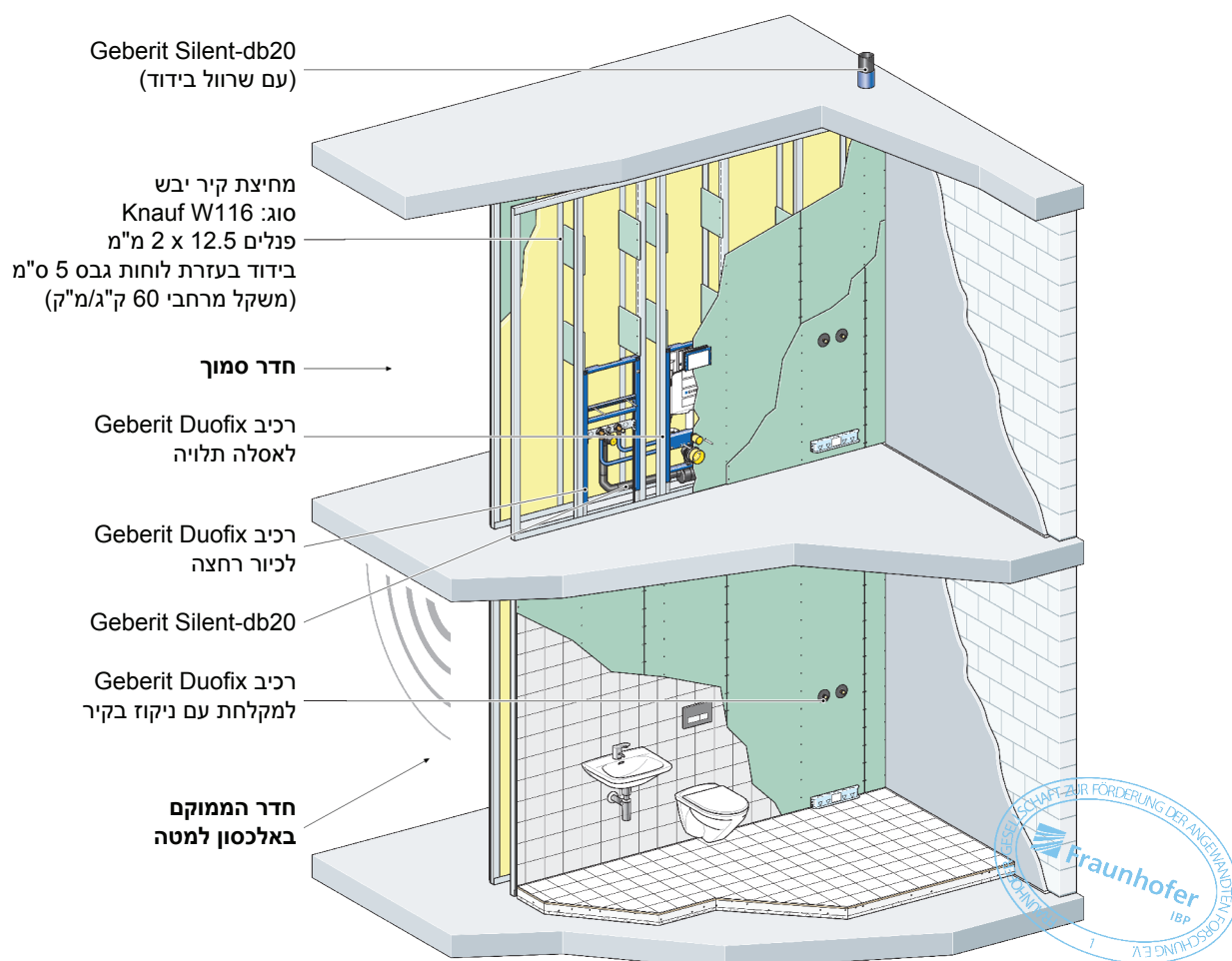
4.4.3 קיר סניטרי Geberit GIS בשימוש כמבנה קיר קדמי לפני קיר מחיצה קשיח



ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
A	25 dB(A)	אלכסוני חדר 2

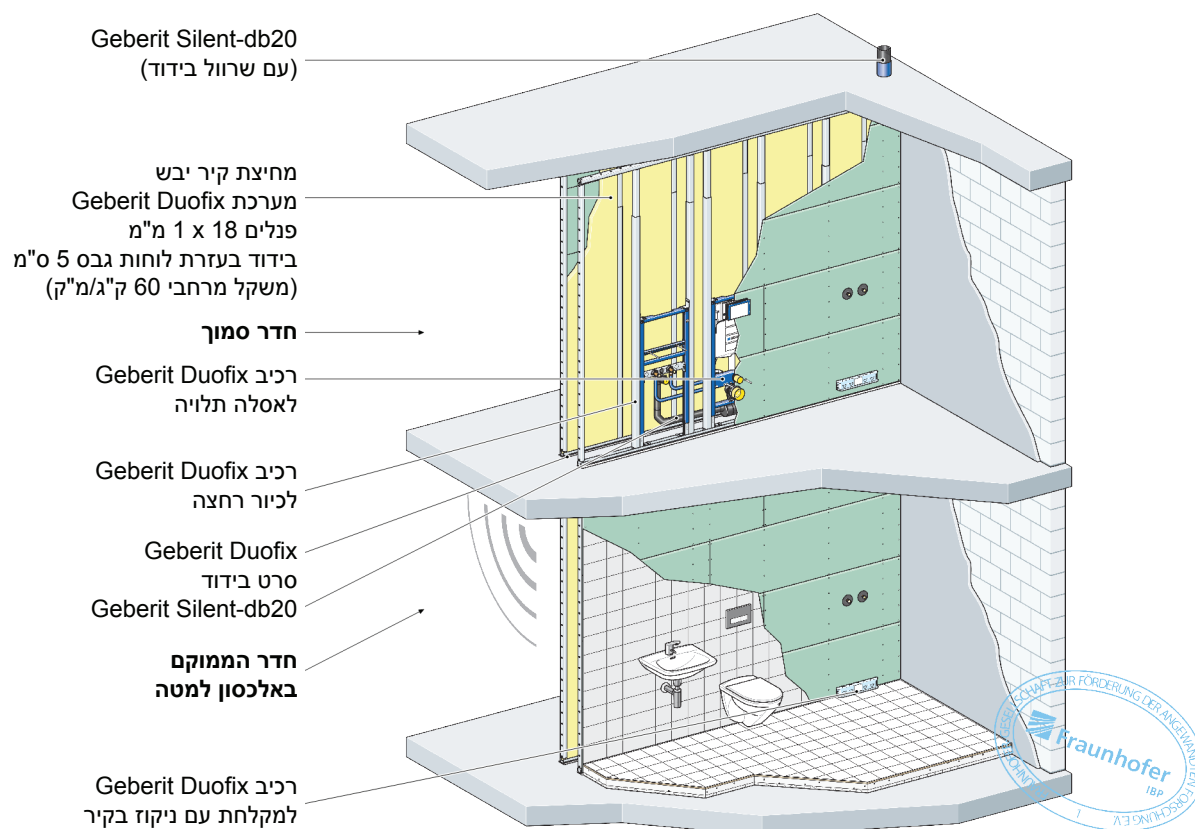
4.5 אישור בידוד רעשים עם Geberit Silent-db20

4.5.1 רכיב התקנה Geberit Duofix במחיצת קיר יבש בגובה החדר



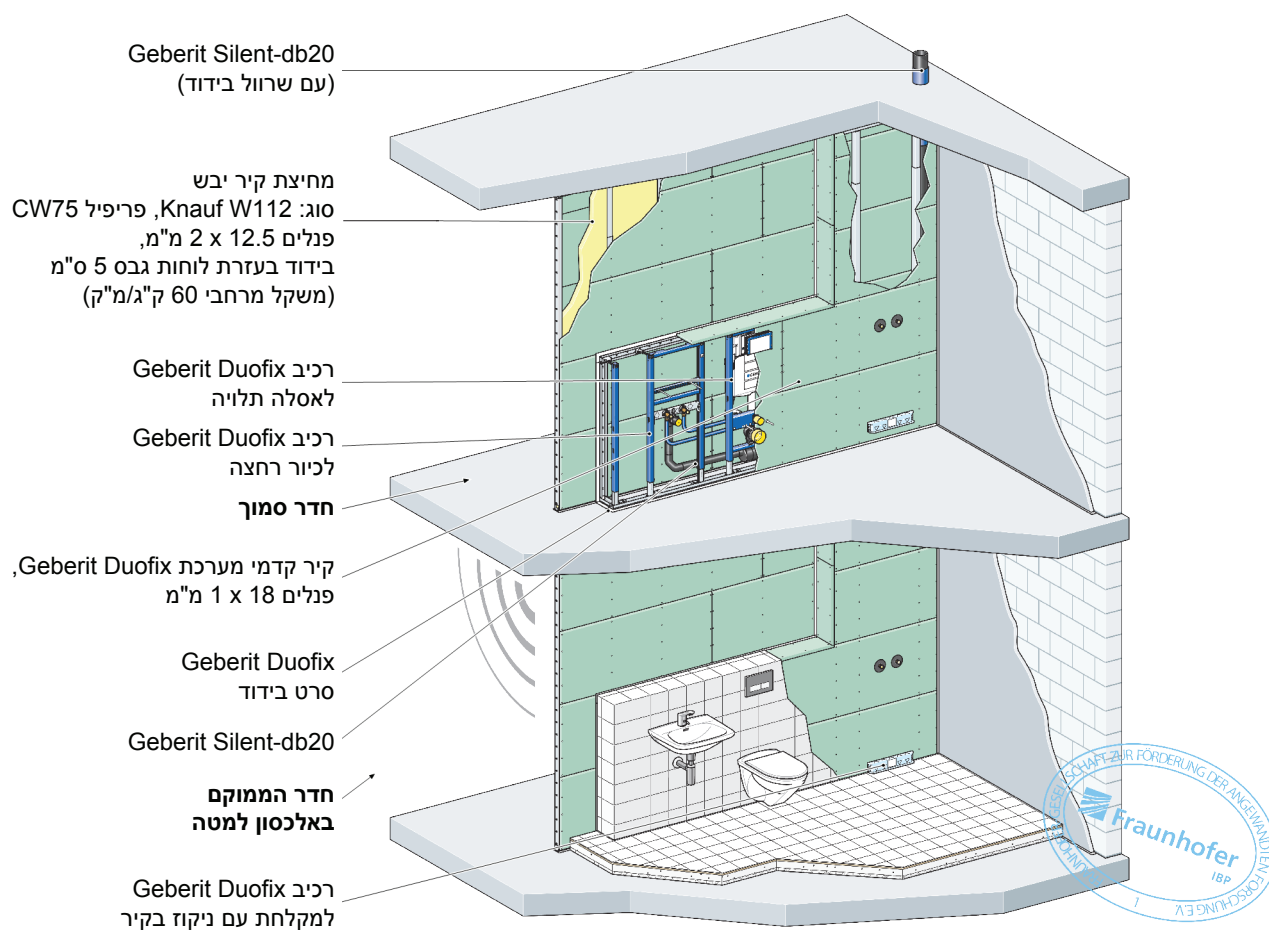
ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
A	25 dB(A)	אלכסוני חדר 2

4.5.2 קיר סניטרי Geberit Duofix המשמש כמחיצת קיר יבש בגובה החדר



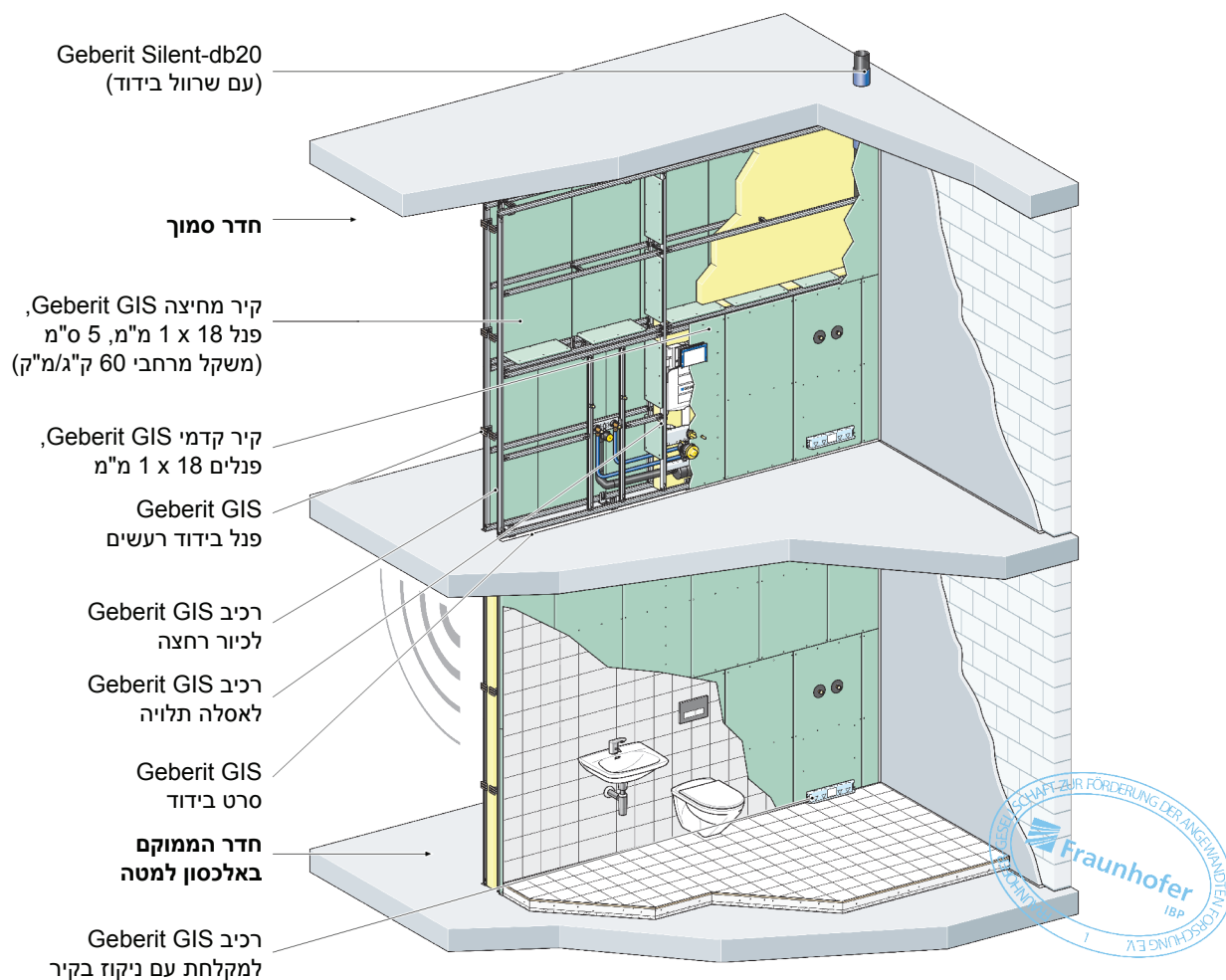
ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
A+	20 dB(A)	אלכסוני חדר 2

4.5.3 קיר סניטרי Geberit Duofix בשימוש כמבנה קיר קדמי לפני קיר מחיצה יבש



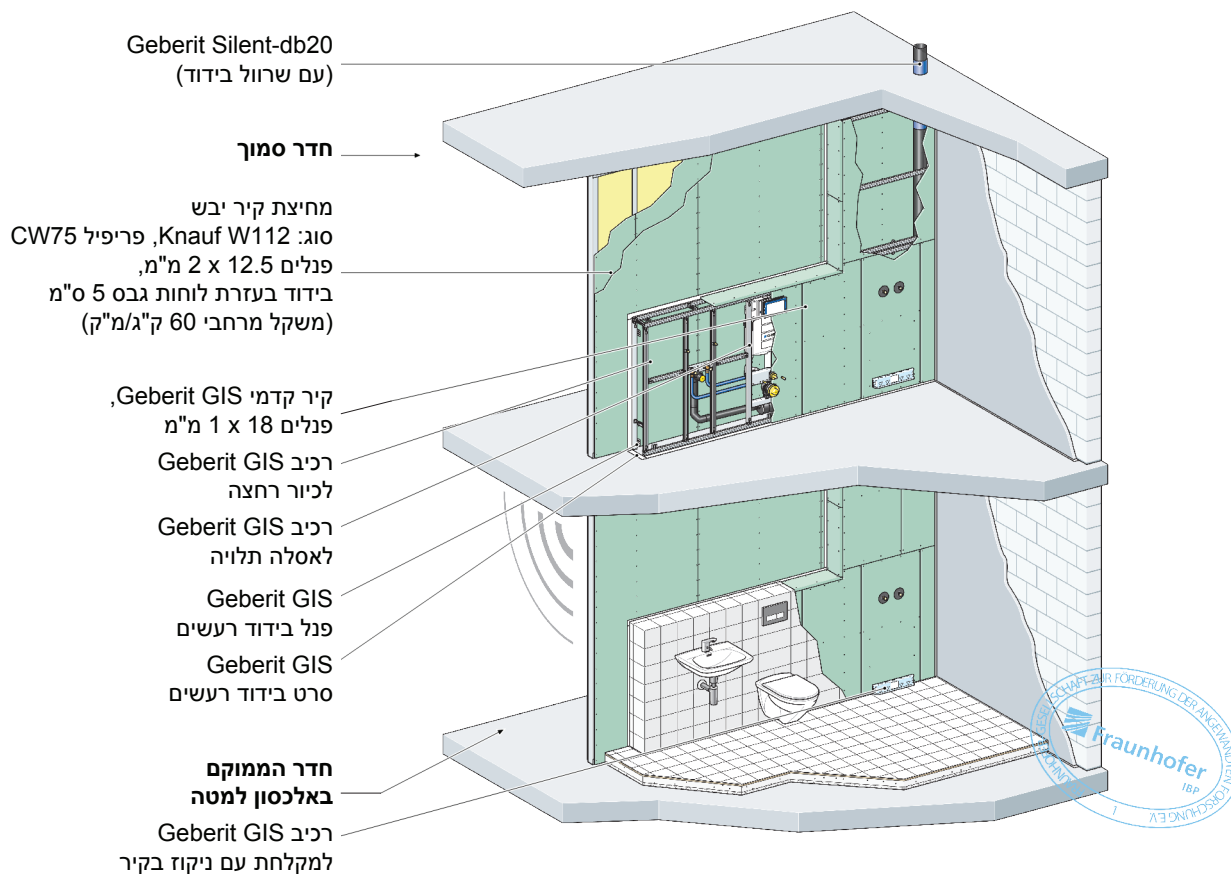
מדידת רעש		ערכים נמדדים עד
אלכסוני	25 dB(A)	A
חדר 2		

4.5.4 קיר סניטרי Geberit GIS המשמש כקיר מחיצה בגובה החדר



ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
A+	20 dB(A)	אלכסוני חדר 2

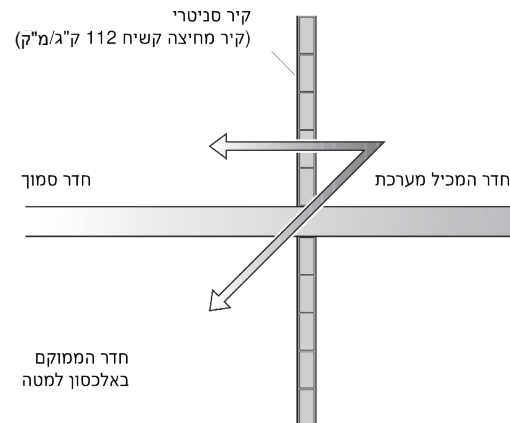
4.5.5 קיר סניטרי Geberit GIS בשימוש כהתקנה לפני מחיצת קיר יבש



ערכים נמדדים עד		מדידת רעש
A+	25 dB(A)	אלכסוני חדר 2

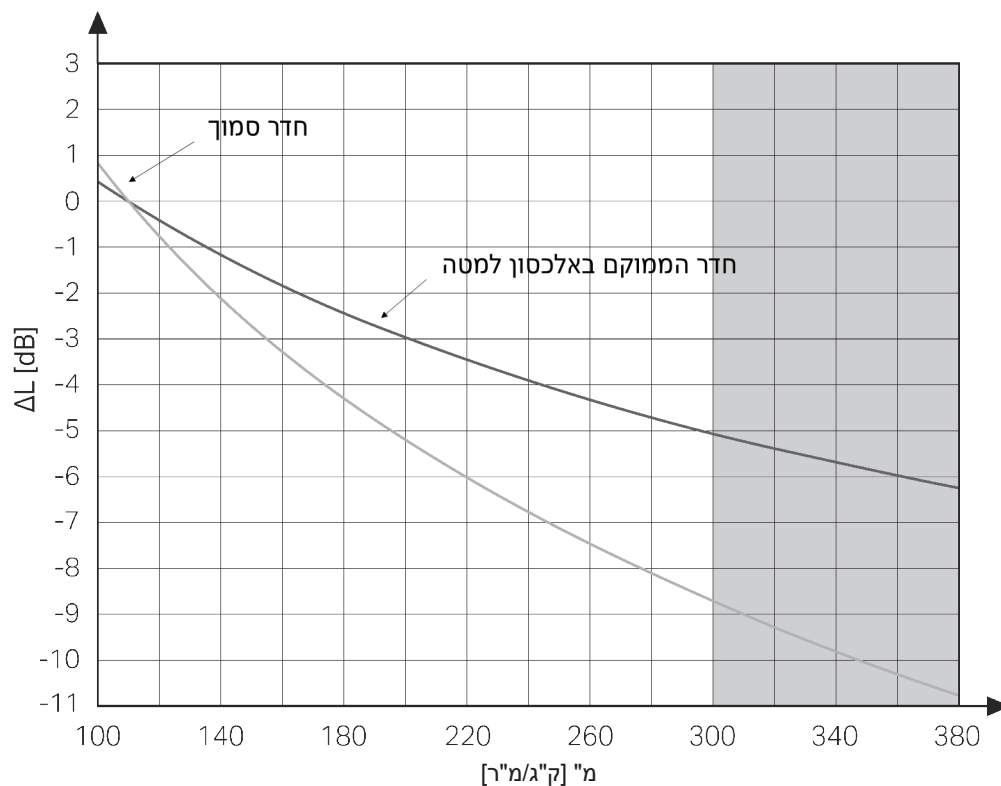
4.6 השפעת מסת קיר ההתקנה על רמת לחץ רעשי ההתקנה

המונח **קיר סניטרי** משמש לתיאור הקיר שעליו מותקנים הקיר הקדמי ומערכות הצנרת הנלווית לשתייה ולמי השפכים. נוסף על הקיר הקדמי, לקיר הסניטרי השפעה קריטית על הביצועים האקוסטיים של מצב הבנייה. קירות סניטריים יכולים להיות קירות יבשים, קירות מסגרת עץ, קירות קלי משקל רגילים וגם קירות מערכת.



למסת **הקיר הסניטרי** השפעה אקוסטית על רמת לחץ הרעש של המערכת. כל הערכים שעל פיהם יש לפעול לפי תקן DIN EN 14366 מניחים שמידת השטח הרלוונטי המינימלית של הקיר הסניטרי היא 220 ק"ג/מ"ר. אך הניסיון המעשי מראה שהמגמה היא לכיוון משקלי בסיס נמוכים ולכן Geberit מבצעת את כל מדידות הרעש בעזרת קיר סניטרי בעל משקל בסיס של 112 ק"ג/מ"ר.

ניתן לתקן את רמת לחץ רעש המערכת של המשקלים הבסיסיים השונים של הקירות הסניטריים בעזרת התרשים שלהלן.



איור 40: התפשטות הרעש ממקום ההתקנה אל חדר סמוך ואל חדר אלכסוני תחתון

במסות מבוססות שטח הגדול מ-300 ק"ג/מ² (האזור האפור), לרמת לחץ רעש ההתקנה חוסר ודאות גדולה יותר. יש להשתמש בערכים אלה רק כהערכה גסה.



שינוי ברמת לחץ רעש ההתקנה $L_{AF,max,n}$ או $L_{AF,max,nT}$ בחדר סמוך ובחדר אלכסוני תחתון בהתאם למסה מבוססת שטח של הקיר הסניטרי עם יצירת רעש זהה. הפרש הרעש מבוסס על קיר סניטרי עם מאסה מבוססת משטח של מ" = 112 ק"ג/מ"ר. תוצאות החישוב המוצגות מבוססות על התנאים שבמעבדת טכנולוגיית המבנה והאקוסטיקה של Geberit ב-Jona ולא ניתן להעבירן אל מקומות בנייה אחרים. החישובים מבוססים על ההנחה הפשוטה שהעובי, הדיפוז הפנימי ומודול הנפח של הקיר סניטרי אינו משתנה. החישובים בוצעו על ידי מכון Fraunhofer לטכנולוגיית המבנה בשטוטגרט.

טבלה 10: חומרי קיר / משקלים ומדדי הפחתת רעשים

סוג אבן	עובי הדופן [ס"מ]	משקל מרחבי של האבן [ק"ג/מ"ק]	משקל בסיסי עם טיח וללא גבס [ק"ג/מ"ר]	מדד הפחתה משוקלל לרעשים נישאים [dB]	משקל בסיסי עם גבס 2 x 1.5 ס"מ [ק"ג/מ"ר]	מדד הפחתה משוקלל לרעשים נישאים [dB]
אבני פומיס קשיחות וחרס מתרחב (Liapor)	9.5	1,000-1,200	104.5	41	134.5	38
	11.5		126.5	43	156.5	41
	17.5		192.0	47	222.0	45
	24.0		264.0	50	294.0	49
	30.0		330.0	52	360.0	51
בלוקי אבנים חלולים מפומיס וחרס מתרחב (Liapor)	17.5	1,000-1,200	192.0	47	222.0	45
	24.0		264.0	50	294.0	49
	30.0		330.0	53	360.0	51
	36.5		401.5	55	431.5	54
לבנים חלולות (מידה קטנה)	11.5	1,400	161.0	45	191.0	43
	17.5		245.0	49	275.0	48
	24.0		336.0	53	366.0	51
	30.0		420.0	55	450.0	54
לבנים קלות משקל (מידה גדולה)	11.5	1,200	138.0	44	168.0	42
	17.5		210.0	48	240.0	46
	24.0		288.0	51	318.0	50
	30.0		360.0	54	390.0	53
לבנים נקבוביות לדוגמה Poroton Unipor Pori- Klimaton	11.5	1,000	115.0	42	145.0	40
	17.5		175.0	46	205.0	44
	24.0		300.0	49	270.0	48
	36.5		365.0	51	330.0	50
				54	395.0	52
בלוקי בטון מאוורר לדוגמה איטונג	10.0	800	80.0	39	110.0	36
	12.5		100.0	41	130.0	38
	15.0		120.0	43	150.0	40
	20.0		160.0	45	190.0	43
	25.0		200.0	48	230.0	46
	30.0		240.0	49	270.0	48
	36.5		292.0	51	322.0	50
אבן חול, בלוקים קשיחים	11.5	1,700-1,800	201.0	48	231.0	46
	17.5		306.0	52	336.0	50
	24.0		420.0	55	450.0	54
	30.0		525.0	58	555.0	57

סוג אבן	עובי הדופן [ס"מ]	משקל מרחבי של האבן [ק"ג/מ"ק]	משקל בסיסי עם טיח וללא גבס [ק"ג/מ"ר]	ממד הפחתה משוקלל לרעשים נישאים [dB]	משקל בסיסי עם גבס 2 x 1.5 ס"מ [ק"ג/מ"ר]	ממד הפחתה משוקלל לרעשים נישאים [dB]
בלוקים חלולים				46	202.5	44
				50	292.5	49
				54	390.0	53
				56	480.0	55
				58	577.5	57
לבנים קשיחות	11.5	1,800	207.0	48	237.0	46
קיר גבס	8.0		70.0			35
	10.0		87.5			37

דוגמאות לגבס בהתאם לתקן, DIN 4109 חלק 3:



גבס בעל משקל מרחבי של 1.0 ק"ג/דצמ"ק עובי גבס של 1.5 ס"מ = 15 ק"ג/מ"ר, שני צדדים = 30 ק"ג/מ"ר
גבס סיד מלט-סיד, משקל מרחבי של 1.8 ק"ג/דצמ"ק עובי גבס של 1.5 ס"מ = 25 ק"ג/מ"ר, שני צדדים = 50 ק"ג/מ"ר

מקורות:

- מידע יצרן
- DIN 1055

Geberit International Sales AG

רח' בזלת 2
בית להדים
מצפה ספיר
ת"ד 12415
צור יגאל 4486200

טל': 09-8866625 פקס: 09-8866627
sales.il@geberit.com

www.geberit.co.il ←